

RESEARCH INSTITUTE FOR ELECTRONIC SCIENCE

北海道大学

電子科学研究所

2007 - 2008



はじめに - 所長あいさつ -

Foreword



所長 笹木 敬司
Director
Prof. Keiji Sasaki

「物理・化学・生物」、「理論・実験」、「有機・無機・半導体・生体」といった研究領域の縦割りの壁を越え、分野横断的な新しいフィールドを切り拓く。このことは、基礎研究・応用研究を問わず、新しい世代の科学技術を進展していく上で、極めて重要な課題と認識されつつあります。

電子科学研究所（前身の超短波研究所）は、65年前に、医学と工学の共同研究としてマイクロウェーブの人体への影響を研究するために発足され、当初から物理、化学、生物、さらには数学も含めた幅広い分野の研究者を集結して、新しい学際的研究領域を開拓してきました。その伝統は、応用電気研究所、電子科学研究所と改組しながらも受け継がれ、現在では、光に関する科学、分子に関する科学、生命に関する科学の3つを融合した「複合領域ナノサイエンス」の創出を目指しています。

また、国内外の研究者や産業界との接点として、附属ナノテクノロジー研究センター（平成14年発足）、寄附部門二コンバイオイメージングセンター（平成17年発足）を擁して、多次元空間に広がる研究領域をカバーしながら、さらに高い次元に新しい独創的な複合領域研究のベクトルを張り出すべく努力しています。

教育面でも、理学研究科、情報科学研究科、医学研究科、環境科学院に協力して大学院教育を行うとともに、3つの北大21世紀COEプログラム「バイオとナノを融合する新生命科学拠点」、「特異性から見た非線形構造の数学」、「トポロジー理工学の創成」、2つの北大グローバルCOEプログラム「触媒が先導する物質科学イノベーション」、「知の創出を支える知識情報科学の新展開」に参画して人材育成に努めています。

法人化後、大学組織の改革が進む中、大学における附置研究所の役割をしっかりと考えながら、電子科学研究所全体が一丸となって「複合領域ナノサイエンス」の独創的な研究を推進する所存です。

In the development of next generation scientific techniques, new research fields that would overcome and transverse the demarcation of various research disciplines in “Physics, Chemistry, Biology”, “Theory, Experimental”, “Organic, Inorganic, Semiconductor, Live Organism” are needed in both basic and applied research.

Prior to the current Research Institute for Electronic Science (RIES), the Institute of Ultrashort Waves was founded 65 years ago on the basis as a collaborative research effort uniting medical and engineering, to study the effects of microwaves on the human body by gathering researchers from broad disciplines including Physics, Chemistry, Biology and Mathematics, pioneered many new interdisciplinary research areas. This tradition was continued as the institute reorganized to form the Applied Electrical Research Institute, and the current RIES. We are aiming to create a “Trans-disciplinary Nanoscience” by synergizing the areas related to photonics, molecular and biological sciences.

The Nanotechnology Research Center (established in 2002) and Nikon Imaging Center (established in 2005) house domestic and foreign researchers, and the industries for scientific exchanges, which provide the coverage for research extending into various multi-dimensional regime, and function as a spearheading effort for novel and innovative trans-disciplinary research of higher dimension.

An active role is taken in education, by providing postgraduate courses in cooperation with the Graduate School of Science, Graduate School of Information Science, Graduate School of Medicine and Graduate School of Environmental Science, and in nurturing talents by participating in three 21st century COE programs “New Bioscience Foundation Uniting Bio- and Nanotechnology”, “Perspective on Mathematics of Nonlinear Structures via Singularities”, “Creation of Topological Science and Technology” and two global COE programs “Catalysis as the Basis for Innovation in Materials Science”, “Center for Next-Generation Information Technology based on Knowledge Discovery and Knowledge Federation”.

With the reform of the university system, it is prudent to fine-tune the role of the institute as an affiliation to the university, and we promote our unified mission to craft a niche in trans-disciplinary research area in Nanoscience.



領域マップ

光子 (Photonics)

ナノ (Nanotechnology)

生命 (Life Science)

量子情報フォトニクス

光システム計測

ナノデバイス

ナノシステム生理学

計算論的生命科学

イメージングセンター

神経情報

量子電子物性

限フォトンプロセス

情報数理

ナノ理論

ナノ光高機能材料

子光電子物性

はじめに Foreword

沿革 History	2
組織 Organization	3
研究所職員 Directory of the Institute	4
電子材料物性部門 Section of Electronic Materials	6
電子機能素子部門 Section of Intelligent Materials and Device	11
電子計測制御部門 Section of Scientific Instrumentation and Control	15
電子情報処理部門 Section of Informatics and Processing	20
ナノテクノロジー研究センター Nanotechnology Research Center	26
寄附研究部門 Nikon Imaging Center	29
技術部 Division of Technical Staffs	30
広報活動 Public Relations	31

超短波研究所 1943 Research Institute of Ultrashort Waves

- 昭和16.1 超短波研究室が設置される
- 18.1 超短波研究所に昇格
第二部門、第四部門、第六部門、第七部門開設
- 18.3 第三部門開設
- 19.1 第一部門、第五部門開設
- 20.1 第八部門開設

応用電気研究所 1946 Research Institute of Applied Electricity

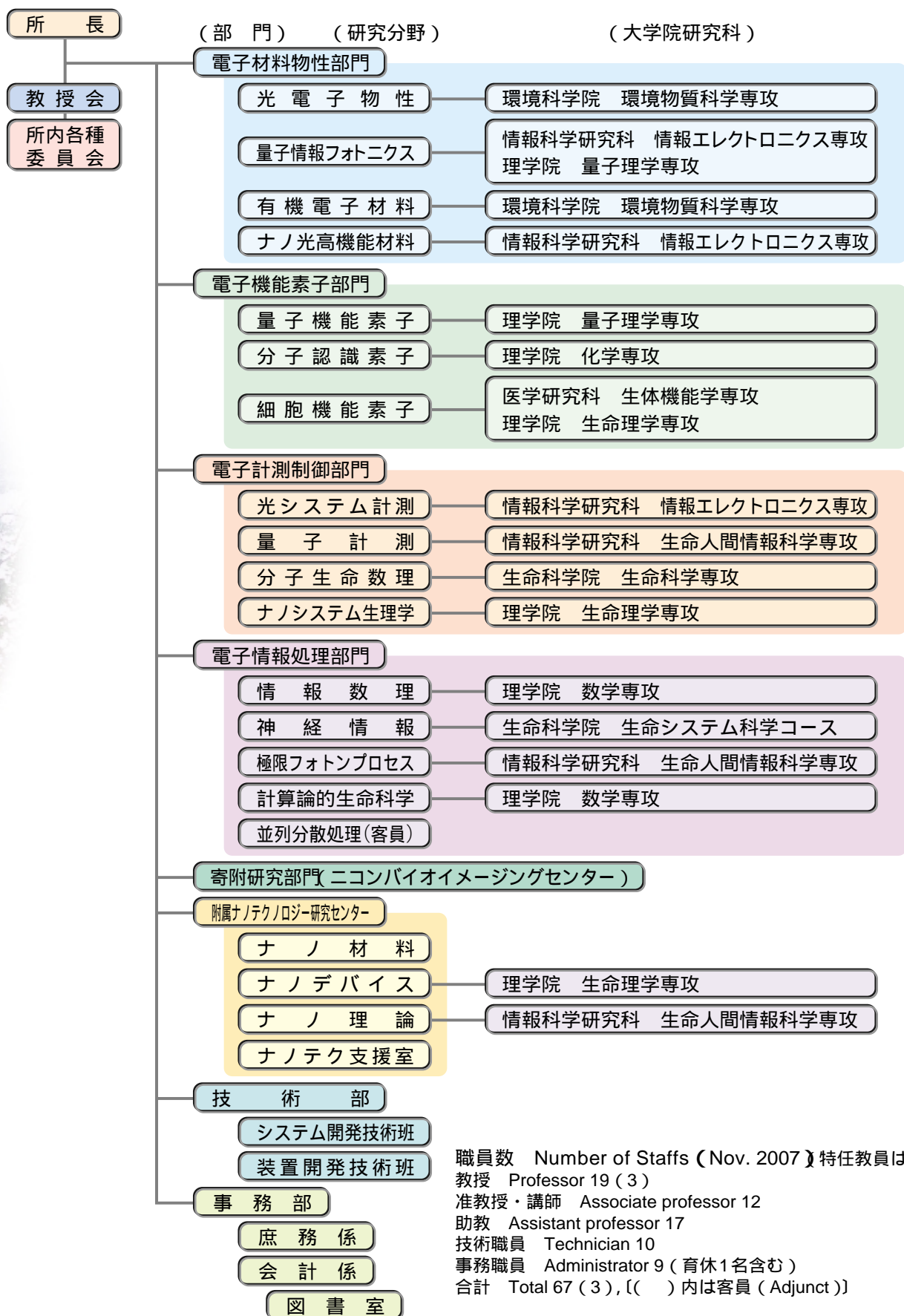
- 21.3 応用電気研究所と改称する
部門構成：電気第一部門、電気第二部門、物理第一部門、
物理第二部門、化学部門、医学及び生理第一部門、
医学及び生理第二部門、数学部門
- 24.5 北海道大学附置研究所となる
- 36.4 メディカルエレクトロニクス部門新設
- 37.4 電子機器分析部門開設
- 38.4 メディカルトランスデューサ部門新設
- 39.2 研究部門は一部名称変更等により次のとおりとなる（昭和38年4月1日適用）
電子回路部門、電波応用部門、物理部門、化学部門、生理部門、
生体物理部門、応用数学部門、メディカルエレクトロニクス部門、
電子機器分析部門、メディカルトランスデューサ部門
- 39.4 メディカルテレメータ部門新設
- 42.6 強誘電体部門新設
- 46.4 生体制御部門新設
- 48.4 附属電子計測開発施設新設
- 50.4 光計測部門新設（10年時限）
- 53.4 感覚情報工学部門新設
- 60.3 光計測部門廃止（時限到来）
- 60.4 光システム工学部門新設（10年時限）

電子科学研究所 1992 Research Institute for Electronic Science

- 平成4.4 研究所改組により電子科学研究所となる
- 14.4 附属電子計測開発施設を附属ナノテクノロジー研究センターに改組転換
- 15.5 電子情報処理研究部門感覚情報研究分野を廃止
- 17.4 電子計測制御研究部門適応制御研究分野を廃止
- 17.4 電子計測制御研究部門ナノシステム生理学研究分野を新設
- 17.10 電子材料物性研究部門光材料研究分野をナノ光高機能材料研究分野に名称変更
- 17.10 電子情報処理研究部門信号処理研究分野を極限フォトンプロセス研究分野に名称変更
- 17.10 電子情報処理研究部門計算論的生命科学研究分野を新設
- 17.10 寄附研究部門「ニコンバイオイメージングセンター研究部門」を新設（開設期間3年）
- 17.10 英国ニューカッスル大学ナノスケール科学技術研究所との学術交流協定締結
- 19.4 附属ナノテクノロジー研究センターの「10年時限」撤廃
- 19.10 電子材料物性研究部門相転移物性研究分野を量子情報フォトンクス研究分野に名称変更
- 19.10 電子機能素子研究部門超分子分光研究分野廃止
- 19.10 電子計測制御研究部門自律調節研究分野を分子生命数理研究分野に名称変更

組 織

Organization



職員数 Number of Staffs (Nov. 2007) 特任教員は除く)
 教授 Professor 19 (3)
 准教授・講師 Associate professor 12
 助教 Assistant professor 17
 技術職員 Technician 10
 事務職員 Administrator 9 (育休1名含む)
 合計 Total 67 (3), [() 内は客員 (Adjunct)]

研究所職員

Directory of the Institute

所長

教授 笹木 敬司

Director

Professor Keiji Sasaki

副所長

教授 中村 貴義

Professor Takayoshi Nakamura

電子材料物性部門

Section of Electronic Materials

光電子物性

Laboratory of Molecular Photonics

教授 太田 信廣

Professor Nobuhiro Ohta

准教授 中林 孝和

Assoc. Prof. Takakazu Nakabayashi

助教 飯森 俊文

Assis.Prof. Toshifumi Imori

量子情報フォトンクス

Laboratory of Quantum Information Photonics

教授 竹内 繁樹

Professor Shigeki Takeuchi

准教授 辻見 裕史

Assoc. Prof. Yuhji Tsujimi

助教 岡本 亮

Assis.Prof. Ryo Okamoto

有機電子材料

Laboratory of Molecular Electronics

教授 中村 貴義

Professor Takayoshi Nakamura

准教授 芥川 智行

Assoc.Prof. Tomoyuki Akutagawa

助教 野呂真一郎

Assis.Prof. Shin-ichiro Noro

ナノ光高機能材料

Laboratory of Nanophotonics

教授 末宗 幾夫

Professor Ikuo Suemune

准教授 熊野 英和

Assoc.Prof. Hidekazu Kumano

助教 笹倉 弘理

Assis.Prof. Hirotaka Sasakura

電子機能素子部門

Section of Intelligent Materials and Device

量子機能素子

Laboratory of Quantum Electronics

教授 石橋 晃

Professor Akira Ishibashi

講師 近藤 憲治

Lecturer Kenji Kondo

助教 海住 英生

Assis.Prof. Hideo Kaiju

分子認識素子

Laboratory of Molecular Devices

教授 居城 邦治

Professor Kuniharu Ijiri

准教授 新倉 謙一

Assoc.Prof. Kenichi Niikura

助教 松尾 保孝

Assis.Prof. Yasutaka Matsuo

細胞機能素子

Laboratory of Cellular Informatics

教授 上田 哲男

Professor Tetsuo Ueda

准教授 中垣 俊之

Assoc. Prof. Toshiyuki Nakagaki

助教 神 隆

Assis.Prof. Takashi Jin

助教 高木 清二

Assis.Prof. Seiji Takagi

電子計測制御部門

Section of

光システム計測

Laboratory of

教授 笹木 敬司

Professor

助教 藤原 英樹

Assis.Prof.

量子計測

Laboratory of

教授 栗城 眞也

Professor

准教授 小山 幸子

Assoc.Prof.

分子生命数理

Laboratory of

教授 小松崎民樹

Professor

助教 西村 吾朗

Assis.Prof.

ナノシステム生理学

Laboratory for

教授 永井 健治

Professor

准教授 谷 知己

Assoc.Prof.

助教 ゴトウデレック

Assis.Prof.

電子情報処理部門

Section of

情報数理

Laboratory of

教授 西浦 廉政

Professor

助教 柳田 達雄

Assis.Prof.

助教 飯間 信

Assis.Prof.

神経情報

Laboratory of

准教授 青沼 仁志

Assoc.Prof.

助教 西野 浩史

Assis.Prof.

極限フォトンプロセス

Laboratory of

教授 三澤 弘明

Professor

准教授 ヨードカス サルース

Assoc.Prof.

助教 上野 貢生

Assis.Prof.

計算論的生命科学

Computational

教授 津田 一郎

Professor

准教授 佐藤 讓

Assis.Prof.

並列分散処理 (客員)

Laboratory of

教授 中西 八郎

Professor

教授 小中 元秀

Professor

教授 瀬川 尚彦

Professor

寄附研究部門 (ニコンバイオイメ)

教授 上田 哲男

Professor

教授 永井 健治

Professor

(特任 准教授 堀川 一樹

Assoc.Prof.

(特任 助教 齊藤 健太

Assis.Prof.



Scientific Instrumentation and Control

Optical Systems Engineering

Keiji Sasaki
Hideki Fujiwara

Electromagnetic Sensing

Shinya Kuriki
Sachiko Koyama

Molecule & Life Nonlinear Sciences

Tamiki Komatsuzaki
Goro Nishimura

Nanosystems Physiology

Takeharu Nagai
Tomomi Tani
Goto Derek

Informatics and Processing

Nonlinear Studies and Computation

Yasumasa Nishiura
Tatsuo Yanagita
Makoto Iima

Neuro-Cybernetics

Hitoshi Aonuma
Hiroshi Nishino

Photon Process

Hiroaki Misawa
Juodkazis Saulius

Kosei Ueno

Life Science

Ichiro Tsuda
Yuzuru Sato

Parallel Distributed Processing (Adjunct)

Hachiro Nakanishi
Motohide Konaka
Naohiko Segawa

イメージングセンター)

Nikon Imaging Center

Tetsuo Ueda
Takeharu Nagai
Kazuki Horikawa
Kenta Saito

附属ナノテクノロジー研究センター

センター長

教授 三澤 弘明

ナノデバイス

教授 辻井 薫

助教 眞山 博幸

ナノ理論

教授 徳本 洋志

助教 畔原 宏明

技術部

技術部長 教授 笹木 敬司(兼)

技術長 土田 義和

装置開発技術班

班長 太田 隆夫

第一技術主任 平田 康史

第二技術主任 女池 竜二

技術職員 武井 将志

システム開発技術班

班長 大沼 英雄

第一技術主任 伊勢谷陽一

技術職員 今村 逸子

第二技術主任(兼務) 大沼 英雄

技術職員 小林健太郎

技術職員 遠藤 礼暁

事務部

事務長 石川 雄一

庶務係

係長 藤井 幹彦

主任 隅田由美子

会計係

係長 柴野 仁

主任 上野 真志

渡辺 香織

吉田 裕子

竹田慎太郎

(図書室)

岩田 慈子

Nanotechnology Research Center

Head

Professor Hiroaki Misawa

Laboratory of Nanodevices

Professor Kaoru Tsujii

Assis.Prof. Hiroyuki Mayama

Laboratory of Nanosimulation

Professor Hiroshi Tokumoto

Assis.Prof. Hiroaki Azebara

Division of Technical Staffs

Head:Prof. Keiji Sasaki

Chief Eng. Yoshikazu Tsuchida

Equipment Developing Group

Group Leader Takao Ohta

Senior Eng. Yasushi Hirata

Senior Eng. Tatsuji Meike

Technician Masashi Takei

System Developing Group

Group Leader Hideo Ohnuma

Senior Eng. Yoichi Iseya

Technician Itsuko Imamura

Hideo Ohnuma

Technician Kentaro Kobayashi

Technician Michiaki Endo

Administrative Office

Head: Yuichi Ishikawa

General Affairs

Chief. Admin. Mikihiro Fujii

Senior Admin. Yumiko Sumita

Accountant

Chief Admin. Hitoshi Shibano

Senior Admin. Masashi Ueno

Administrator Kaori Watanabe

Administrator Yuko Yoshida

Administrator Shintaro Takeda

(Library)

Librarian Shigeko Iwata

電子材料物性部門

Section of Electronic Materials



本研究部門では、電子科学を支える物質の基礎的物性研究を行っている。

具体的には光や電子の流れを制御可能な無機及び有機材料の構築と、その構造・物性の基本原理の解明を目的に、以下の4研究分野で構成されている。光と電子の相互作用を利用した光機能材料を研究する光電子物性研究分野、単一光子制御による量子情報処理や新量子技術の研究を行う量子情報フォトンクス研究分野、有機分子の電子構造を利用した分子エレクトロニクス材料を研究する有機電子材料研究分野、高機能光システムを構築するための光・電子材料を研究するナノ光高機能材料研究分野である。

In this section, basic properties of materials for the advanced electronic science are investigated. It covers the basic studies of optical, magnetic and electronic properties of organic and inorganic compounds available for controlling electrons and photons. The following four laboratories are organized in this section: Molecular Photonics (photon-electron interaction and photoinduced function of materials), Quantum Information Photonics (quantum information technologies using photons), Molecular Electronics (supramolecular systems for electronics), Nanophotonics (basic properties of materials for optoelectronics).

光電子物性研究分野

Molecular Photonics

分子および分子集合体の新たな光電子物性発現を探る

Studies on photoexcitation dynamics and photoinduced functions of molecular systems

『光励起ダイナミクス』、『電子励起分子の構造』、『光機能物性』をキーワードとして、光と電子の相互作用に関わる物理化学的諸問題を理論的に、そして実験により研究する。

有機分子や分子集合体の光誘起電子移動反応、光励起エネルギー移動反応、光誘起プロトン移動反応あるいは励起錯体形成といった光化学反応ダイナミクスはどうなっているのか、電場や磁場によりどのような変化を示すのか、またそれは励起分子の電子構造や準位構造とどのように関係するのかを発光や吸収の分光特性および時間特性を調べることで明らかにする。さらに発光特性の電場、磁場依存性を観測することにより、励起分子の構造とダイナミクスが、光導電性や有機電界発光の発現といった光機能物性とどのように関係するのかを調べる。

生体系に特徴的な高速、高効率、高選択的といった光化学反応の特異性が、膜蛋白における色素分子の機能的かつ秩序正しい配列構造に起因することに鑑み、色素分子を異なる長さの分子鎖で連結させた分子系、あるいは分子の空間配向、配列を制御した分子系、さらには生細胞に着目して研究を進めている。

これらの研究を通じて、光学・電気・

磁気的特性に関してこれまでに全く知られていない光励起に伴う新たな光電子物性の発現を探る。

研究テーマ

- ・ 時間分解電場発光測定装置の開発と光化学反応への局所電場効果の解明
- ・ 配向分子系における特定方向への光誘起ダイナミクスと電場、磁場効果
- ・ 連結分子発光の電場、磁場効果および有機電界発光の研究
- ・ 光と外場を用いる有機物の新奇光機能物性の研究
- ・ ポルフィリン連結化合物の電氣的、磁気的光機能物性の研究
- ・ 生細胞の時空間分解蛍光イメージング測定

Interaction between photon and electron has been investigated theoretically and experimentally for molecules, molecular complexes, molecular aggregates and molecular assemblies, with a special attention to "Dynamics" and "Structure" of photoexcited species and photoinduced "Function" of materials.

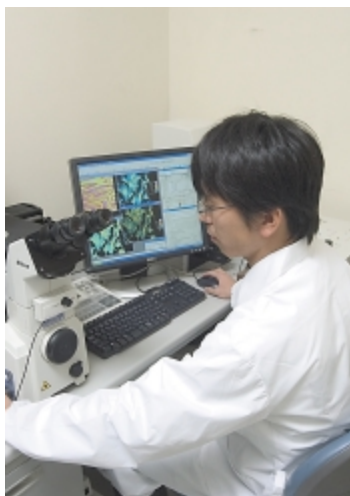
Excitation energy transfer,

photoinduced electron transfer, proton transfer and complex formation in the excited states, which are primary processes of many photochemical processes and play a significant role in biological systems, have been examined, based on the measurements of emission spectra and their decay profiles. In order to elucidate the relation among "Dynamics", "Structure" and "Function", external electric field effects and/or magnetic field effects on these photochemical processes have been examined.

Well-defined molecular order is extremely important to generate an ultra-fast, ultra-efficient and ultra-selective photochemical process, as is seen for photochemical processes in photosynthetic reaction center, and to produce a new material with a new photoinduced function. In order to induce a characteristic photochemical process which is applicable for a design of the new material having a new function, photoexcitation dynamics and photoinduced electric and magnetic properties have been examined in molecular assemblies and linked compounds with higher-ordered orientation and arrangement.

Research Interests

- ・ Structure and dynamics of photoexcited molecules
- ・ Photoinduced properties and functions
- ・ Effects of electric field and magnetic field
- ・ Time-resolved spectroscopy
- ・ Electric field effect on photoluminescence and its relation with electroluminescence (EL)
- ・ Fluorescence lifetime imaging (FLIM) system



FLIM system.



Time-resolved emission measurement system.

量子情報フォトニクス研究分野

Quantum Information Photonics

光量子を操り、 究極の技術を実現する。

Manipulation of individual photons toward ultimate technologies

アインシュタインによる光量子の発見から100年を経て、現在、光子1粒1粒を発生させ、その状態間の量子相関を自在に制御する「新しい光の状態」の研究が展開しつつある。その典型例が、究極のセキュリティを実現する量子暗号通信や、既存の計算機には原理的に解くことのできない問題を解く、量子計算の研究である。また通常の光による測定感度の限界を超える感度が実現する量子光計測や、光の回折限界以下の解像度をもつ量子光リソグラフィも研究されている。本研究分野では、量子情報・量子光計測および光子の量子状態を自在に制御・検出するための量子フォトニクスの研究を推進している。また、ナノスケールにおける量子揺動の研究も平行して行っている。

量子フォトニクス マイクロ・ナノスケールの構造体に閉じこめられた光と、単一発光体の相互作用（共振器量子電磁気学）ならびにそれらを用いた新規量子デバイスの実現を目指す。
量子情報・量子光計測 光子を用いた量子回路の構築、ならびにそれを用いた量子アルゴリズム、量子暗号、量子光計測への適用を目指す。

ナノスケール揺動 周波数高分解および超高速時間分解光散乱法を用いて、ナノスケールの分極揺動・量子揺動の精密測定から、誘電体電子材料の巨大誘電率発現機構を解明する。

研究テーマ

- ・ 光量子情報・光量子計測の実現に向けた光量子回路の研究
- ・ 微小球やナノ光ファイバを利用した、ナノフォトリックデバイスの研究
- ・ 高効率単一光子源や、高量子効率光子検出器の開発
- ・ プレブスカイト酸化物におけるナノスケール分極揺動
- ・ 量子常誘電体におけるナノスケール量子揺動

After a century from the discovery of light quanta by Einstein, the generation of individual single photons and the control of quantum correlation among them are being studied. Such researches will open a new paradigm of Science using novel photonic states. Typical examples are quantum cryptography realizing ultimate security and quantum computers which can solve some problems extremely more efficient than conventional computers. Quantum optical measurement which enables super-sensitivity beating the standard quantum limit and quantum lithography with resolution beating the diffraction limit are also studied. In this context, we are studying the following topics.

Quantum Photonics: Quantum Electro Dynamics (QED) using light confined in micro/nano structures interacting with individual light emitters toward the realization of

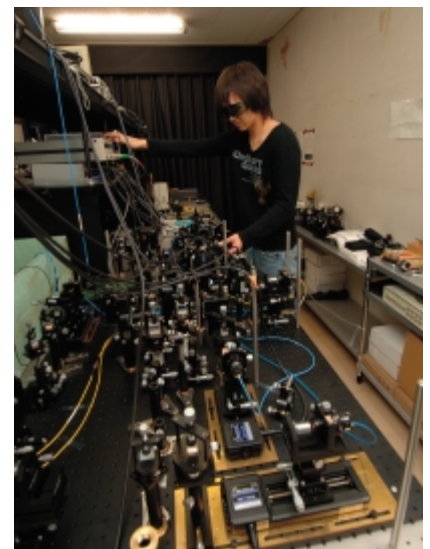
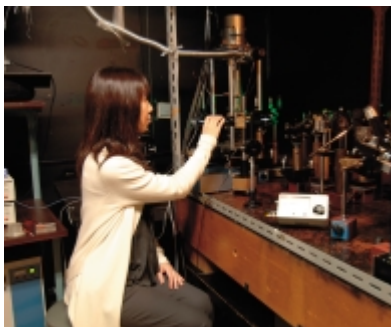
new quantum information devices.

Quantum Information and Quantum Metrology: Realization of quantum optical circuits using photons for quantum algorithms, quantum cryptography and quantum optical measurement.

Nano-scale Fluctuation: Investigation on dynamical origin of huge dielectric constant from the point view of "polarization and quantum fluctuations of nm-scale" by using the high frequency-resolved and ultra fast time-resolved spectroscopes.

Research Interests

- ・ Optical quantum circuit for quantum information and quantum metrology
- ・ Nano-photonic devices using micro-spheres and nano-optical fiber
- ・ Highly efficient single photon sources and single photon detectors.
- ・ Nano-scale polarization fluctuation in Perovskite-type oxides
- ・ Nano-scale quantum fluctuation in quantum-paraelectrics



有機電子材料研究分野

Molecular Electronics

分子ナノエレクトロニクス の実現を目指して

Towards the Realization of Molecular Nanoelectronics

分子が集合体を作る性質（自己集積化能）を利用して、集積分子システムを創製し、それを複合化・集積化することで、次世代のコンピューティングシステムのための分子ナノデバイスの構築を目指している。

1つの分子に他の分子を認識する性質を付与し、分子が自然に寄り集まって、高度な集積構造を形成するようにあらかじめ分子を設計する（分子プログラム）ことで、分子からボトムアップの手法で集積分子システムを組織化することが可能となる。集積分子システムの構造物性評価・機能開拓を行い、更にそれらをユニットとする高次構造を用いて分子ナノデバイスを構築する。

具体的には、超分子化学の視点から分子性導体、分子磁性体を捉えなおし、分子ローターやイオンチャンネルなどの超分子構造と分子性導体・分子磁性体とを、自己集積化により複合化することで、新規機能性材料を開拓している。また、これら集積分子システムから薄膜、ナノワイヤなどナノサイズの機能性ユニットを形成し、デバイス応用への展開を図っている。

研究テーマ

- ・ 機能性超分子構造を組み込んだ分子性導体・磁性体の創製
- ・ 固相分子モーターの開発
- ・ 分子集合体ナノワイヤの構築とデバイス展開
- ・ 双安定性を有する分子集合体の開拓
- ・ ポリオキシメタレートを用いた超分子構造の構築と物性制御
- ・ 固気界面場での金属錯体集積
- ・ 有機及び金属錯体FETの開発

Towards the realization of Molecular Nanoelectronics, we develop the "Integrated Molecular Systems" through molecular-Assembly processes, which are further assembled into molecular nanodevices for future computing systems.

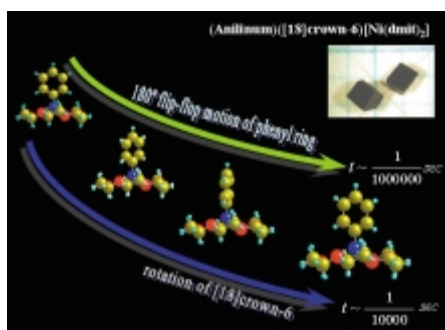
To obtain integrated molecular systems through bottom-up self-assembly processes, we program each molecule in advance to have a scenario for assembling into highly ordered and complex structure. We evaluate the structure and electronic properties of the molecular systems and fabricate

nanoelectronic devices using the molecular systems as active units.

We are now studying on molecular conductors and magnets from the view points of supramolecular chemistry. Combining supramolecular structures of molecular rotors and ionic channels with molecular conductors and magnets, we develop novel functional molecular systems. Forming thin films and nanometer size units such as nanowires from the integrated molecular systems, we are constructing molecular electronic devices.

Research Interests

- ・ Molecular conductors and magnets with supramolecular functional units
- ・ Solid state molecular motors
- ・ Molecular nanowires and device application
- ・ Molecular assemblies with bistability
- ・ Supramolecular assemblies with Polyoxometallate
- ・ Assemblies of metal complexes at the solid-air interface
- ・ Organic and metal-complex FET



Dual molecular rotator into magnetic crystal



ナノ光高機能材料研究分野

Nanophotonics

光と電子の量子状態制御で 高機能発光素子を創る

Quantum Control of Electron-Photon Interactions with Nano-Photonic Highly Functional Materials and Structures

情報通信の重要性が増すにつれ、これまで以上に安全性が高くかつ高速な次世代光通信・光情報処理とこれを実現する新規デバイスの開発、特に量子情報通信に必要な単一光子源を実現するナノ光デバイス等、発光波長の制御、光子数状態の制御、光子量子状態の制御等の高機能化を実現する新材料とその構造制御が求められている。本研究分野では、(I)半導体量子ドットなど電子状態を制御するためのナノ構造作製と、その離散的な量子状態を用いた電子個数状態制御、(II)量子ドットを介した、光子偏光状態・電子スピン状態・光子偏光状態など、高い効率で量子状態間を変換する技術の開発、(III)3次元微小光共振器等光場を制御するためのナノフォトニック構造の作製と、量子ドットなどとの結合による光子数状態制御など光子生成過程の制御、(IV)超伝導効果による新しい発光原理の探究と新規光デバイス、超伝導と光エレクトロニクスの分野をつなぐ新しい境界領域の開拓を進めている。

研究テーマ

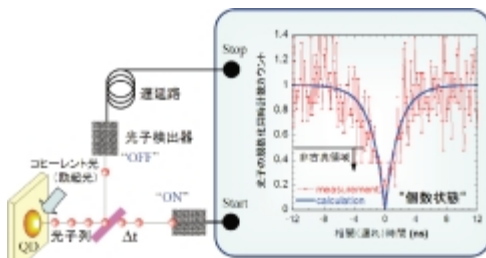
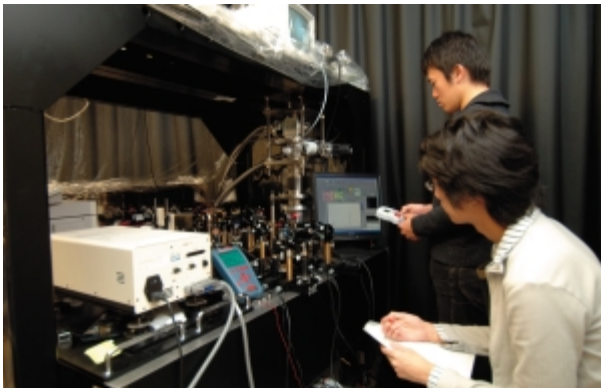
- ・III-V-N 窒化物半導体を用いた量子ドットひずみ補償による発光波長制御
- ・単一量子ドットの時分解分光と光子相関測定による光子生成過程の同定
- ・量子ドットを用いた光子-電子間量子状態変換に関する研究
- ・微小光共振器の作製と量子ドットとの結合による励起子状態制御
- ・単一光子発光ダイオードとこれを用いたオンデマンド光子源の研究開発
- ・超伝導電極を用いた発光ダイオード発光プロセスの制御

Next-generation highly secure information networks require photonic devices based on new concepts and high functionality. Our laboratory develops nanophotonic highly functional materials and devices by (I) Preparation of nano-structures such as quantum dots to

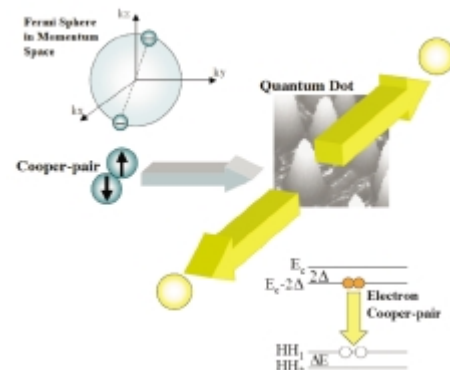
control electron number states, (II) Development of technique to convert individual photon polarization state to electron spin state and vice versa through quantum dots, (III) Preparation of nano-photonic structure and coupling to quantum dots to control photon generation processes, (IV) Superconductor-based new photon generation processes and development of new paradigm based on superconductor and optoelectronics Homepage:
<http://opmac06.es.hokudai.ac.jp/>

Research Interests

- ・ Self-organization of SiC surfaces into nano-facet periodic structures
- ・ Self-ordering of surface nanostructures of GaN, Au, and CNTs on SiC surfaces
- ・ Photo-emission wavelength control of quantum dots by strain compensation with III-V-N nitrides
- ・ Time-resolved spectroscopy of single quantum dots and on-demand regulated photon emission
- ・ Fabrication of microcavities and coupling with quantum dots for coherent control of excitonic states
- ・ Interdisciplinary research on superconductivity photonics and its applications



Photon correlation measurement setup and results to show anti-bunching of photons emitted from a quantum dot.



Proposed scheme to generate entangled photon pairs with recombination of electron Cooper pairs and holes in a quantum dot.

電子機能素子部門

Section of Intelligent Materials and Device



分子集合体・人工超格子の量子効果あるいは生体分子の極微細構造を利用したスイッチング、記憶、増幅、変換などの回路素子や特殊な物質を検出するための素子の原理を研究する。研究分野としては無機・有機材料の量子効果を利用した光電機能素子の研究、分子の組織化に係わる物理・化学過程の解明と分子素子の開発、細胞内の生理機能に関連した機能素子を研究する分野から構成されている。

The present section is to carry out basic studies for high performance electronic devices for switching, amplifying, memorizing and sensing signals of any form, utilizing inorganic, organic and bio-materials. The section is composed of three laboratories: Quantum Electronics, Molecular Devices, and Cellular Informatics.

量子機能素子研究分野

Quantum Electronics

ボトムアップ系とトップダウン系の統合プラットフォーム創り

Creating a Unification Platform for Bottom-up and Top-down systems

ナノスケールで離散化されたバルクサイズ時空間系を創り、そこに現れると期待される変調された光電相互作用、電子相関、自己組織化臨界現象や自発的対称性の破れを通じナノ構造物理の本質を探ることを目指している。稠密かつ局所的に個別アドレスすることの可能なナノ構造体を大局的なサイズで得ることによってナノとマクロをつなぐと共に新しい量子機能を創出する。ボトムアップ系とトップダウン系を統合する(プラットフォームを得る)ことは、ナノテクノロジー分野で今後得られる新しい効果や機能を既存のシリコンベースのITインフラ構造と接続し、相乗効果を引き出そうとする際に極めて重要であると考えられる。局所空間において光-電子-原子(団)系を構成し、そこに現れる旧来の相互作用の新しい側面及び全く新しい相互作用の可能性を実験と理論の両面から探っていく。理論面では第一原理計算を基に電子構造ならびに輸送特性の計算を、実験面ではスパイラルヘテロ構造体の作製と評価・解析を、主軸に行っている。

研究テーマ

- ・ ナノ構造物理学
- ・ トップダウン系とボトムアップ系の接続・統合
- ・ 次元性(ヘテロ構造)/階層性制御
- ・ 金属/誘電体及び、金属/半導体スパイラルヘテロ構造とその光電子物性、太陽電池
- ・ スピン量子十字構造の電気磁気特性
- ・ ナノ空間での電子・スピン相関と輸送特性
- ・ 密度汎関数法と多体摂動論による第一原理計算

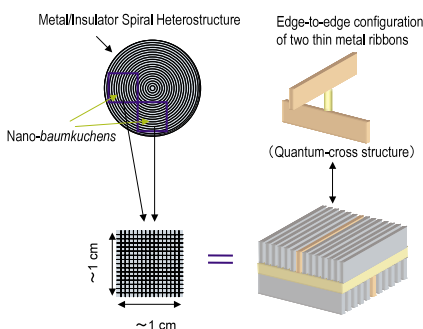
Creating a unification platform for bottom-up and top-down systems is one of the most important issues for harvesting fruits of upcoming nanotechnologies and nano-science as well as those of Si-LSI-based information technologies. By fabricating nanostructured systems that enable us to make one-to-one addressing with nanoscale spatial resolution over a macroscopic sample, seamless conjunction of nano- and macro-systems can be made giving rise, for example, to a Si-based LSI system that enjoys

new quantum physical functionalities provided by various bottom-up systems.

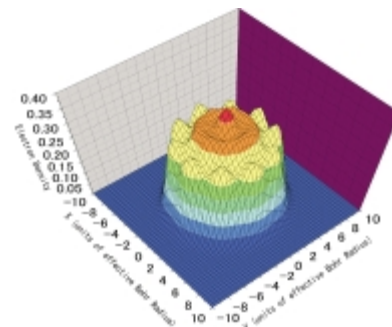
We have been studying nanostructure physics by preparing systems being discrete in nanoscale but having a bulk size, investigating the electro-optical interactions, electronic correlations, self-organized criticalities, and possible spontaneous symmetry breakdown in such systems. We are interested in both fabricating spiral heterostructures for a new platform as well as for functional memories plus high efficiency photovoltaic devices and calculating the electronic structures of the systems.

Research Interests

- ・ Nanostructure physics
- ・ Spiral heterostructures
- ・ Electronic correlations and spin correlations in nanostructures
- ・ Dimensionality (hetero-structural) control
- ・ Electric and magnetic property in spin quantum-cross structure
- ・ Photovoltaic devices/Solar cells
- ・ Density functional theory
- ・ Many-body perturbation theory



Double Nano-baumkuchen (as Cartesian Coordinate for 2D bottom-up systems)



1st principle calculation of ground state of electrons in harmonic potential

分子認識素子研究分野

Molecular Devices

生体機能にインスパイアされた機能性分子素子の開発

Development of Functional Molecular Devices Inspired by Biosystems

生物は高度な分子認識とそれによって組織化された分子集合体システムを駆使して、効率の良いエネルギー変換や物質生産、様々な情報変換を達成している。本研究分野では、生物の分子組織化を手本とすることで、ナノメートルからサブミリメートルにいたるメソスコピック領域における分子の階層的な組織化を行い、新規な機能性材料の開発を行っている。分子認識や自己集合などの超分子化学の手法によりナノメートルサイズで分子を組織化し、さらに散逸構造形成を利用することでマイクロメートルサイズでの分子集合体の組織化を行い、分子の階層的な構造化を計ろうとしている。

具体的には以下の2つのテーマを中心に進めている。

- (1)DNAに見られる相補的塩基対形成を利用することでDNAの塩基配列に従って機能性分子を配列させ、ナノメートルサイズで分子の組織化が制御された分子集合体の構築を行っている。さらに組織化させたDNAを塩基配列特異的に金属化することで、複合金属ナノワイヤーへの応用などに展開している。
- (2)タンパクの自己組織化としてウイルスの外皮タンパクに着目し、ウイルスタンパク集合体の構造制御及びドラッグデリバリーへの応用を進めている。

これらの階層的分子構造から化学セン

サーや人工光合成、細胞薬剤送達材料など新規な分子素子の開発を目指している。

研究テーマ

1. DNA分子を鋳型とした金属ナノワイヤーの創製
2. 光機能性ナノ構造ハイブリッド材料の開発
3. 人工ウイルスカプセルを用いたドラッグデリバリーシステムの構築

Bioorganisms are capable of efficient energy transformation, selective synthesis of biomolecules and interactive information processing. All these processes are based on effective molecular recognition at highly organized supramolecular assemblies. This research group is concerned with the construction of hierarchical molecular devices by the combination of nanosize molecular assemblies with micron size structures derived from dissipative processes. The following themes are in progress.

- (1)Nanosize molecular assemblies based on molecular recognition have been fabricated by using complementary hydrogen bonding

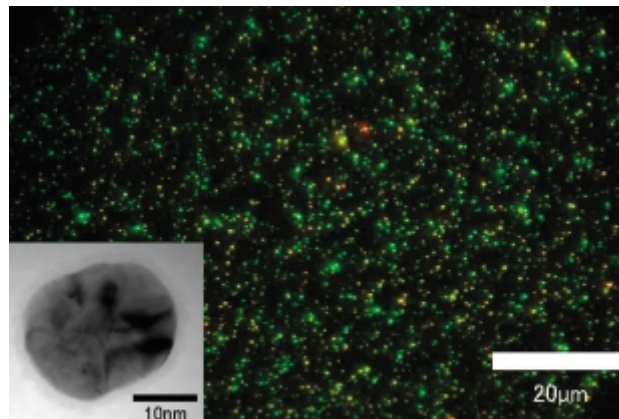
of deoxyribonucleotides (DNA) at the air-water interface. Molecular information of DNA sequence can be transcribed into functional group arrangement in DNA-mimetic organizes. We have developed the synthesis of conductive metal nanowires from single DNA filaments for the future fabrication of nanoscale electronics based on molecular assembly.

(2)Protein-assembly using virus-capsid proteins have been explored. Chemical modification of the proteins give structural stability of the virus capsule suited for drug delivery carrier.

The research aims at the development of chemical sensors, artificial photosynthesis systems and virus-based drug delivery carriers.

Research Interests

- Synthesis of DNA-templated metal nanowire
- Development of photo-functionalized nano-structured hybrid materials
- Creation of virus-based drug delivery carries.



Photoluminescence and TEM (inset) images of silver nanoparticles prepared by DNA

細胞機能素子研究分野

Cellular Informatics

粘菌に学ぶインテリジェンス の自己組織化原理

Toward Self-Organization of Intelligence at the Cellular Level: Lessons from the True Slime Mold

本研究分野は、自律的な生命の最小単位である細胞で創発される複雑・多様な機能を、オルガネラ、高分子、代謝反応などによる物質系での階層的自己組織化として解明することをめざす。裸の原形質である原始生命体の巨大アメーバ：粘菌の特徴を活かし、環境の受容 - 情報判断 - 適切な応答という情報過程の研究に取り組んでいる。代謝反応レベルでの行動発現と、遺伝子発現レベルでの形態形成とを具体例とし、特異な受容分子や情報伝達分子の探索・同定に止まらず、細胞の全体性・インテリジェンス・知覚という場の情報を、非線形非平衡場でのパターン・ダイナミクスとして明らかにしている。特に、迷路などの戸惑う状況での粘菌の効率的な振る舞いを調べている。タスクの最適化の視点から粘菌の情報処理能力の高さを評価し、その計算アルゴリズムを細胞運動ダイナミクスの数理モデル化を通して解析している。

研究テーマ

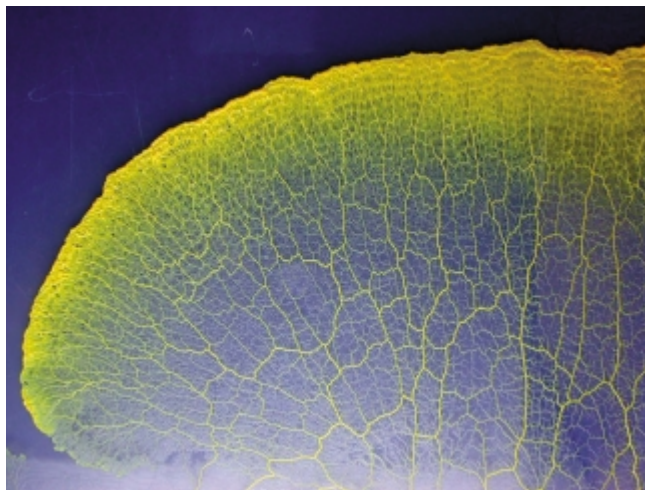
- ・振動子集団の挙動と好き・嫌いの判断
- ・情報機能をになうリズム素子の自己生成
- ・細胞骨格系の動態と細胞形状
- ・細胞の“計算”原理と数理モデリング

A cell is the smallest system where dynamism of life works autonomously. Emergence of cellular function is studied in terms of hierarchic self-organization in chemical systems far away from equilibrium. The true slime mold is a giant amoeboid cell and is useful for this purpose. Cellular information which governs cell behavior and morphogenesis is studied in terms of spatio-temporal dynamics of both metabolism and gene expression. We focus on smart behaviors of true slime mold in a maze and other puzzling situations. Ability of

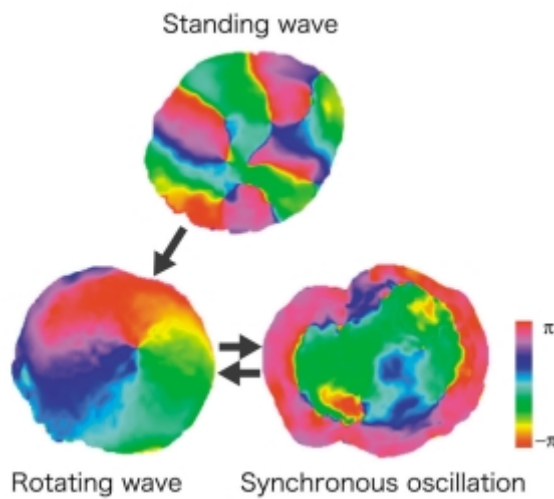
information processing is estimated from the viewpoint of optimization for the task. And computational algorithm of the optimization is analyzed by constructing a mathematical model for spatially and temporally multi-scaled dynamics of intracellular biochemical events.

Research Interests

- ・ Sensing and judging
- ・ Biochemical oscillation
- ・ Pattern formation
- ・ Dynamics of cytoskeleton
- ・ Mathematical modeling



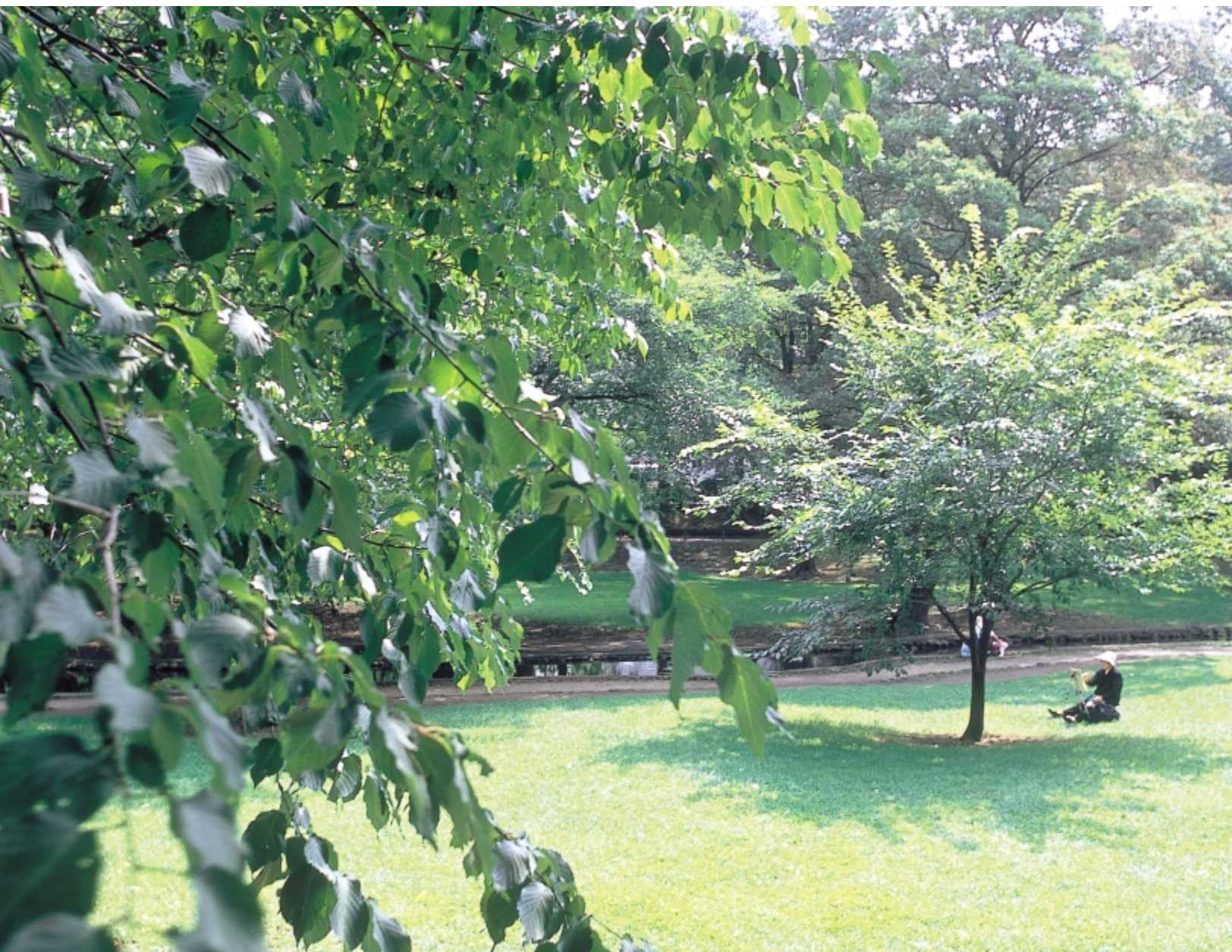
True slime mold.



Transitions among rhythmic contraction patterns.

電子計測制御部門

Section of Scientific Instrumentation and Control



本部門では、光や電子の波動性を利用した並列・高速・精密計測を基にして、生体が持っている柔軟性と適応性を具備した制御システムの理解と新しいシステムの実現を目指して研究を行っている。研究分野としては、レーザーを利用した光物理現象の計測・制御とそのシステム化を目指す光システム計測研究分野、磁場や電場による脳機能の無侵襲計測と解析を行う量子計測研究分野、遺伝子工学技術に基づく生体分子可視化技術を駆使して細胞の刺激応答に関わる分子システムの解明を目指すナノシステム生理学研究分野、状態変化における「偶然と必然」の原理を解明するとともに分子と生命を繋ぐ新しい階層論理を追求する分子生命数理研究分野から構成されている。

In this section, investigations are made on the mechanism and implementation of flexible and adaptive control systems, such as those of a living body, based on the metrology that relies on parallel, interactive, and high-speed characteristics of light and electron waves.

The section comprises four laboratories that are Optical Systems Engineering, Electromagnetic Sensing, Nanosystems Physiology, and Molecule & Life Nonlinear Sciences.

光システム計測研究分野

Optical Systems Engineering

光の量子性、波動性を極める新世代光科学

Towards Ultimate Optical Sciences and Quantum Photonics

光情報処理、光メモリ、光通信など「光」の優れた時間・空間特性を利用したテクノロジーはこれからの高度情報化社会において重要な役割を担っている。本研究分野では、光テクノロジーの究極を目指して、光の量子力学的な振る舞い、マイクロ・ナノスケールの微細構造における光の局在、光子と単一分子・原子との相互作用等、光の量子性・波動性をフルに活用した光量子制御・計測技術の新規光物理現象の解明を行っている。また、これらの現象を利用して、単一光子で単一光子を制御する超高感度非線形光学デバイスやナノメートル空間における単一分子・ナノ結晶等の振る舞いを解析する光計測技術やナノセンサーデバイス等の実現を目指した新しい世代の光科学の研究に取り組んでいる。

光量子制御 単一光子制御デバイスや超低しきい値レーザーの開発を目指し、球形微粒子やランダム構造等のマイクロ・ナノスケールの微細構造体における光局在現象を利用した原子・分子の発光ダイナミクス制御や非線形光学現象の解析、および、それらを用いた光デバイスの実現を目指す。

光計測制御 ナノ空間の光計測技術やレーザーマニピュレーションを利用した極微弱な力の解析や、単一光子源の開発に向けた単一分子・単一ナノ微粒子の分光計測システムの構築、ならびに、もつれ合い光子を用いたナノリソグラフィ技術の開発を目指している。

研究テーマ

- ・微小球や不規則媒質の光共振現象の解析と単一光子制御デバイスの開発
- ・単一分子・単一ナノ微粒子のダイナミック分光計測と単一光子源の開発
- ・3次元ナノ位置検出技術と光マニピュレーションを用いた極微弱力解析
- ・もつれ合い光子を用いた量子リソグラフィ技術の開発
- ・超狭帯域レーザー顕微分光イメージングによるナノ構造の光局在場の解析
- ・微小球やナノ光ファイバを利用した、ナノフォトニックデバイスの研究

Advanced optical technologies utilizing unique characteristics of light will play an important role in a future information-oriented society. Our group aims to open new research fields in optical sciences and to progress toward the ultimate goal of new optical technologies. On the basis of new ideas and original concepts, we investigated optical communication, metrology, and control technologies manipulating the quantum and wave natures of light.

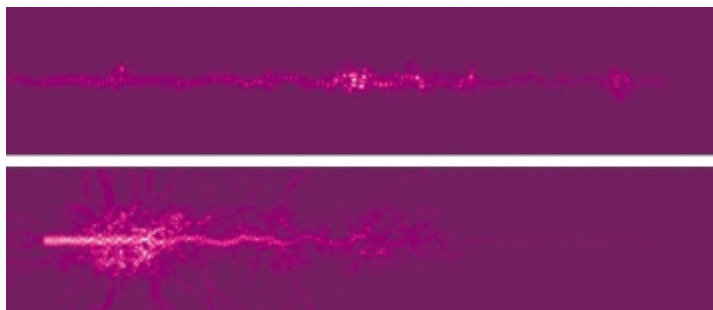
Quantum control of photodynamics: Photon localization within microspherical cavities and random structures are

investigated to realize cavity quantum electrodynamical effects and nonlinear optical phenomena for applications such as single-photon switching devices and highly efficient microlasers.

Optical measurement and control: Three-dimensional nano-position sensing, laser manipulation, and single molecule spectroscopy are utilized for control of molecular interactions and for spectroscopic analyses of single molecules and single nanoparticles. Quantum lithography using entangled photons is also investigated.

Research Interests

- ・ Quantum dynamics in micro- and nano-structures
- ・ Dynamical single molecule and nanoparticle spectroscopy
- ・ Nanometer-space potential analysis with laser manipulation
- ・ Quantum lithography using entangled photons
- ・ Analysis of photon-localization with narrow-band laser microimaging spectroscopy
- ・ Nano-photonic devices using micro-spheres and nano-optical fiber



FDTD analysis of a random medium with waveguide structure



Potential analysis using optical manipulation technique

量子計測研究分野

Electromagnetic Sensing

量子のはたらきで 脳機能を観る

SQUIDs and Neuroimaging

研究テーマ

- MEGによる無侵襲脳活動計測と活動源解析法の検討
- MEGを利用した感覚機能や高次脳機能のイメージングと解析
- fMRIによる中枢神経活動の計測と信号処理(発声聴覚フィードバック制御)
- 発声聴覚フィードバック機構の検討
- 高温超伝導SQUIDと磁気センシングシステムの開発

Superconducting quantum Interference device (SQUID) is an extremely sensitive magnetic field sensor capable to detect a field down to 10^{-15} T. Transdisciplinary studies related to SQUIDs are carried out in our laboratory, including the research on magnetic and electrical properties of high-temperature-superconductor SQUIDs, their application to the detection of biological signals, and physiological /biomedical investigation using a low-temperature-superconductor SQUID. Based on the high spatio-temporal resolution of SQUIDs,

cortical loci and their dynamics of neural activities underlying various functions of the human brain are visualized. Auditory/visual sensory functions and higher functions of awareness, memory, language, and music comprehension of the human brain are elucidated by multi-modal approach using the SQUID, functional MRI, and high-resolution EEG, supplemented. Auditory Feedback in speech production and its role in language acquisition and foreign language learning are also investigated.

Research Interests

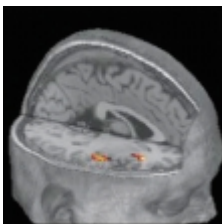
- High-Tc SQUIDs
- Biomagnetism
- Functional neuroimaging
- Music Perception
- Speech Perception
- Speech Auditory Feedback

超伝導電子の特異な量子干渉効果を利用したSQUID (Superconducting Quantum Interference Device) は、他に追従を許さない超高感度な磁気センサである。SQUIDを用いると脳神経の活動により生じる微弱な磁場 (脳磁場) が検出でき、ひとの頭部周囲で脳磁場を計測してその発生源を推定すると、脳活動の時空間特性が可視化できる。本研究分野では“ SQUID ”をテーマに、磁気センシングと脳機能の完全無侵襲計測・解析の研究を行っている。脳機能計測では脳磁場 (MEG) とともに、脳血行動態を検出する機能的磁気共鳴イメージング (fMRI) や脳電位情報を併用して聴覚や視覚などの感覚機能やアウェアネス、言語、記憶、音楽認知などの高次機能に関わる脳の活動様式を明らかにしようとしている。加えて発声聴覚フィードバック機構を明らかにするために行動実験、fMRI計測を行っている。磁気センシングでは、生体磁場などの微弱な磁気信号をさまざまな環境で計測するための磁気計測システムの構築を目指し、液体窒素を冷媒として作動する高温超伝導SQUIDや磁気ノイズ除去法の研究開発を行っている。

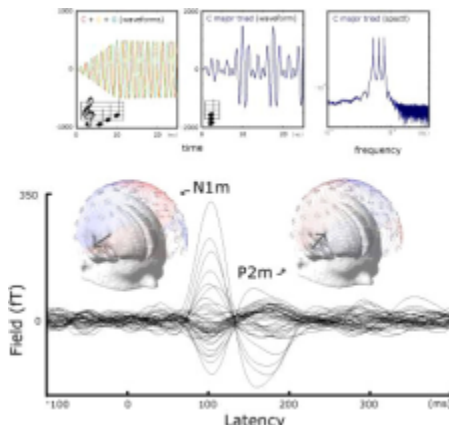
<http://squad.es.hokudai.ac.jp>



(top)
Experimental
systems for
research on
speech auditory
feedback
control
mechanisms.



(right) Brain activities associated with speech auditory feedback control.



(top) Stimulus sound waveforms and spectrum.

(bottom) MEG signals. Auditory evoked fields and their topographies with estimated dipoles overlaid on 3D template brain.



HOKUDAI MEG system in Research and Education Center for Brain Science (RECBS)

分子生命数理研究分野

Molecule & Life Nonlinear Sciences

分子と生命を繋ぐ

Bridge Molecules and Life

生体分子、細胞、組織、そして個体に至る生命システムは常に外界に晒されながら、ミクロレベルでの「刺激」がマクロレベルまで伝達し頑健な機能を作り出している。生体機能とは「外界からの刺激に対する応答として始まる一連の構造変化とそれに伴う化学反応」であり、階層を越えた「状態変化」のつながりの産物といえる。そのような生命システムを理解するためのアプローチには、大別して、背後に存在する数理構造を提唱するトップダウンの構成論的手法と微視的な立場からマクロな現象の再現を試みるボトムアップ的還元論的手法が存在する。前者は大胆な仮定や粗視化のために自然と乖離したモデルに陥る可能性が存在する一方で、後者は個々の微視的事象を枚挙するだけでシステム全体を捉えることは困難である。当該研究分野では、状態変化における「偶然と必然」の基礎原理を解明するとともに、「トップダウン」と「ボトムアップ」の両アプローチを橋渡しする概念や方法論を確立し、ミクロとマクロの階層を繋ぐ新しい生命システムの論理を理解することを目指している。この他、単一分子分光を用いた生体計測を通して、階層を越えた構造と機能の相関を探っている。

研究テーマ

- ・(化学反応や蛋白質の構造転移などの)状態変化における「偶然と必然」に関する基本原理
- ・1分子時系列情報に立脚したトップダウン的構成論とボトムアップ的還元論を橋渡しする新しい生命システム解析理論の創出
- ・隷属原理を越えた階層間の情報伝達と機能

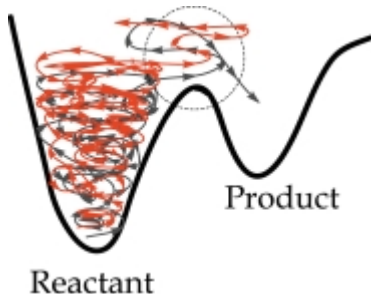


Fig. 1: Regularity buried in chaos in changes of states: why can the black climbing trajectory end up in the product although the red one cannot?

- ・複雑分子系における適応、頑健性および創発
- ・単一分子分光を用いた生体計測への応用

Biological systems are composed of molecules, cells, tissues, organs, etc with complicated hierarchical interactions. Resulting from a stimulus on the microscopic level, the system can perform meso- and macroscopic functions robustly even in a thermally-fluctuating environment. Such functions can be rationalized as a 'sequence' of structural changes involving chemical reactions triggered by the stimulus across hierarchies of time and space scales. There exist two distinct strategies to explore the mechanisms of such biological systems, that is, an anatomical bottom-up approach which builds the system from the microscopic molecular basis, and a constructive top-down approach in which one develops (phenomenological) models to capture some essential aspects of the biological systems. However, the former solely articulates the composite elements and the latter does not exclude possibilities which end up with models far from reality because of the coarse-graining of

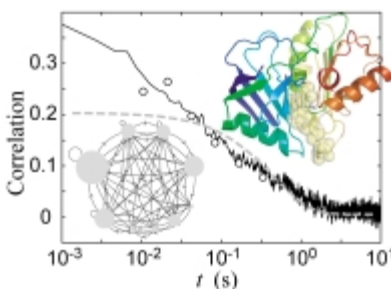


Fig. 2: A complex network of protein fluctuations buried in single-molecule time series, reproducing the anomalous diffusion probed by single-molecule electron transfer of NADH:flavin oxidoreductase complex.

the systems. The main purpose of our laboratory is to understand the fundamental principles of chance and necessity of "change of states", and to construct new concepts and methodologies to bridge the gap between such top-down and bottom-up approaches for biological systems, enabling us to unveil the mechanisms that bridge molecules and life across hierarchies in time and space.

Research Interests

- ・Fundamental principles of selectivity and stochasticity in "changes of states" such as chemical reactions and biomolecular dynamics
- ・Development of new methodologies and concepts to bridge molecules and life based on single molecule time series
- ・Information flow across the hierarchies of time and space and its relation to biological function
- ・Adaptability, robustness and emergence in complex molecular systems
- ・Application to biological system by single molecule spectroscopy

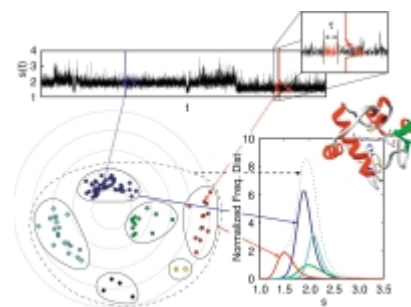


Fig. 3: A procedure to identify local equilibrium states on a high-dimensional non-Euclidean space, yielding an effective free energy landscape from single molecule time series.

ナノシステム生理学研究分野

Nanosystems physiology

生命現象のからくりを 可視化で解き明かす

Exploring the mechanisms of life
through the use of live imaging

ひとつの受精卵が分裂と分化を経て、多様な細胞が機能的につながりあう多細胞個体を形成する。1個体を構成する様々な細胞が相互に連絡をとりあうことによって、個体としての刺激応答をおこなう。分子間、そして細胞間を相互に結びつけるつながりの仕組みを明らかにすることが、このような生命のしくみを解き明かす鍵であろう。ナノシステム生理学分野では、生体分子、細胞レベルの生命現象を研究対象として、遺伝子工学技術に基づく生体分子可視化技術を駆使して、個体の発生や刺激受容と応答に関わる分子間・細胞間相互作用を明らかにすることを大きな研究テーマに掲げている。個々の分子、個々の細胞のふるまいを生きた状態で可視化するのみならず、蛍光共鳴エネルギー移動などを利用した細胞内斥候分子を細胞内や組織内のあらゆる部位に放つことによって、細胞内シグナル伝達を担うタンパク質のリン酸化状態や細胞内カルシウムイオン濃度の変化といった細胞内シグナルの流れを可視化し、さらには操作する。生体分子や細胞の相互作用を生きた状態で可視化するアプローチは、ポストゲノム時代における生命現象解明の大きな流れとなるはずである。

研究テーマ

- 1) 蛍光および化学発光蛋白質を用いた指示薬開発
- 2) 高性能指示薬開発のためのタンパク質立体構造解析

- 3) 光照射による生体機能操作法の開発
- 4) 個体レベルの機能イメージングに資する新型顕微鏡の開発
- 5) 動植物の刺激応答&形態形成システムに関する研究
- 6) 超迅速なゲノム配列決定法の開発

Our primary goal is to better understand how biological molecules function in space and time. To this end, we are developing several techniques to visualize physiological events at molecular level. One approach is the use of the fluorescent proteins (FPs) which is spontaneously fluorescent without any enzymatic synthesis and any cofactors. Combination of FPs with fluorescence resonance energy transfer (FRET) technique allows us to develop functional indicators, by which we can visualize localized molecular events in their natural environment within a living cell. By exploiting those techniques, we have created not only calcium-sensitive proteins to obtain an understanding of how intracellular calcium signals are generated and integrated, but also new fluorescent probes for the visualization of signal transduction cascades that are currently assayed by grinding millions of cells. Furthermore, we are developing novel optical

techniques by which fluorescence signals can be efficiently detected.

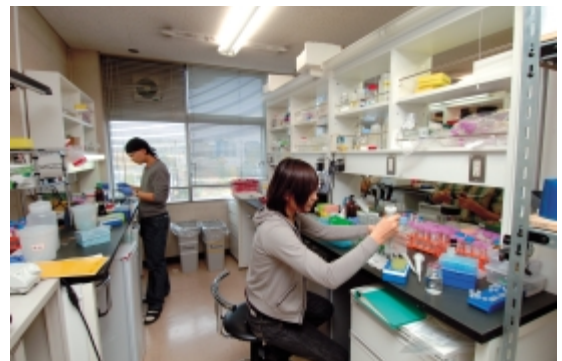
As life sciences moves into the post-genomic era, the continual development of real-time imaging approaches for elucidating cell and biomolecule interactions in whole living organisms is becoming increasingly important.

Research Interests

- 1) Development of novel fluorescent protein-based indicators for biological events
- 2) Application of protein 3D structural information to development of novel indicators
- 3) Development of techniques for light-based manipulation of protein activity
- 4) Development of optical microscope technology enabling whole-organism imaging
- 5) Elucidation of signaling systems for sensing and responding to environmental conditions, and for establishing certain morphology during embryogenesis.
- 6) Development of ultra high throughput genomic sequencing technology



A confocal fluorescence image of Zebra fish (red: actin, yellow: tubulin, green: crystalline, cyan: nucleus)



電子情報処理部門

Section of Informatics and Processing



推論や判断などの柔軟な電子情報処理の実現に必要な、新しい原理の探求を進めている。自然界の形や流れなど非線形現象の裏にひそむ数理、無脊椎動物の神経系の設計原理、光を用いた様々なナノファブリケーション技術の開発および光ナノデバイスの構築、について研究する4つの研究分野からなる。また、民間の研究者を客員教授・准教授として招聘し、所内の研究分野と幅広い共同研究を行う並列分散処理の研究分野も含んでいる。

This section conducts basic researches on the development of electronic information processing for automated reasoning. The section comprises four laboratories. Laboratory of Nonlinear Studies and Computation researches into mathematical structures of pattern formation of dissipative systems. Laboratory of Neuro-Cybernetics aims to reveal design principles of the central nervous systems of insects. Laboratory of photon Process develops various kinds of nanofabrication technique using light and create optical nanodevices. Also included in the section is an adjunct laboratory for visiting professors invited from private institutions to direct trans-disciplinary joint researches on parallel distributed processing.

情報数理研究分野

Nonlinear Studies and Computation

数理の 実験工房

Modeling Nature's Complexity

自然を理解する方法は様々であるが、本分野は計算機の中に小自然を作り、それを解剖し、その数理的構造を明らかにすることにより、その本質を解明することを目指す、いわば数理の実験工房とも言えるべきものである。

望遠鏡や顕微鏡が世界を大きく広げたように、計算機は我々により大きな想像力の翼を与えつつある。コンピュータの中で、蝶を飛ばしたり、雪や雲を作ったりすることで、複雑な現象を生み出す本質的なメカニズムを知ることができる。さらにそれらの数学的解析により、実体にとらわれない普遍的数理構造を抽出することが可能となる。また計算機実験は新たな数学の枠組を作り出すときのインキュベータにもなる。これら計算機という翼と数理の無限の包括力を活用することにより、脳や生命現象を含む様々な複雑現象を総体として理解する方法の一つを確立することを目指している。

研究テーマ

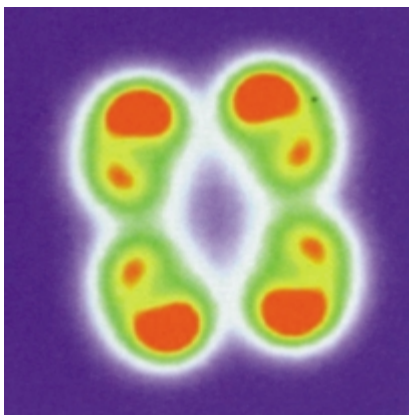
- ・ 反応拡散系におけるパターン形成
- ・ 物質科学におけるモデリング
- ・ 生物の形態形成のモデリング
- ・ 流体中を運動する物体の解析
- ・ 河川の形態などの計算地形学

Nature is a treasure house of variety of spatio-temporal dynamic patterns. One of the adequate languages to interpret its beauty and complexity is nonlinear dynamics. Good qualitative modelings give us a deep insight of universality and simplicity penetrating diversified phenomena. Experiment, modeling, computation, and mathematical analysis is a feedback loop to understand the complex dynamics in nature. Any mathematical model is a kind of metaphor for the original phenomenon, but this does not mean a

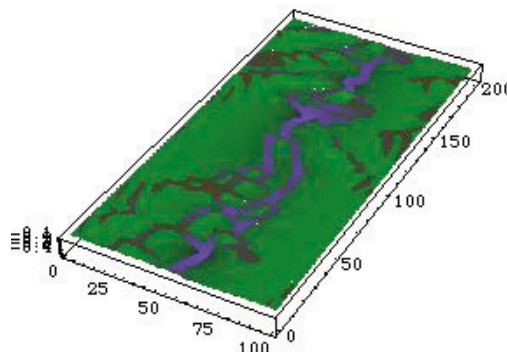
lack of rigor or power of predictability, instead it predicts when and how qualitative changes occur, which is much more important to our life rather than small quantitative errors. Our laboratory covers pattern formation in dissipative systems, morphogenesis, material science, fluid dynamics with phase transition, biomechanical fluid problems, and geomorphogenesis.

Research Interests

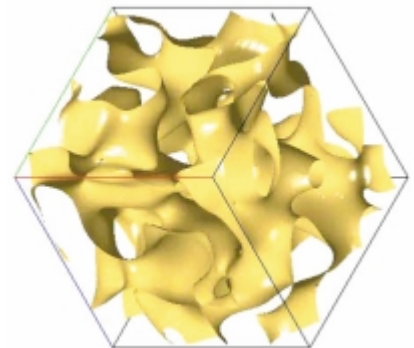
- ・ Pattern formation in reaction-diffusion system
- ・ Modeling in material science
- ・ Modeling of morphogenesis
- ・ Analysis of body motion interacting with fluid
- ・ Computational geomorphology of river channel



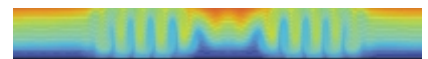
Self-replication in reaction-diffusion system.



Simulation of meandering river.



Double gyroid morphology for diblock copolymer melts



Collision of localized convection cells in binary fluid mixture.

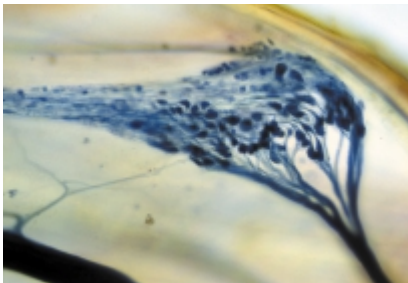
神経情報研究分野

Neuro-Cybernetics

微小脳の 設計原理を探る

Unraveling the Design of Micro-Brain

脳神経系は、自然が長い淘汰を通して作り上げた情報機械である。情報処理の最高次中枢である脳の統合的な機能を解明するには、脳の構造と動作つまり設計原理を明らかにする必要がある。本分野は、従来の神経行動学の方法論に情報工学やシステム工学の方法論を取り入れ、神経系の設計原理を明らかにし情報処理技術の基盤とすることを目的とする。これまでの電子情報処理は、人間の意識の論理つまり脳の動作結果を代行している。言葉の推論や情景の理解などの統合的な機能を人工的に実現するには、脳神経系の設計原理つまり内部構造と動作を明らかにする必要がある。我々脊椎動物の脳はおよそ 10^{12} 個の神経細胞からなり、 10^6 個程度の感覚細胞から運ばれる情報を処理している。一方、昆虫や甲殻類など節足動物の脳は、ただだか 10^6 個の神経細胞で 10^6 個もの感覚細胞からの入力を処理している。この節足動物の脳は少ない神経細胞で学習や記憶、状況に応じた行動、緻密な運動制御などを実現している。同じ物理世界に、われわれとは設計原理の異なるもうひとつの脳、「微小脳」が存在する。本研究分野では、微小脳の構造と動作を調べることで、進化の過程で動物が手に入れた脳の設計原理を解明している。



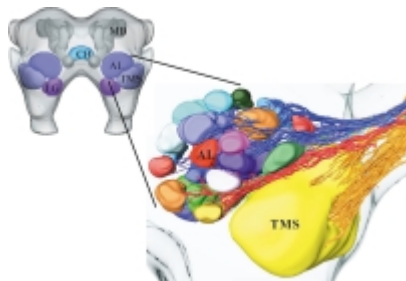
Sensory neurons in the femoral chordotonal organ of the cricket.

研究テーマ

- ・適応行動の発現にかかわる神経機構の構成論的解明
- ・社会的経験に基づく行動選択の神経生理機構の解明
- ・コミュニケーション行動の神経生理機構の解明
- ・昆虫の高次中枢における化学情報処理機構の解明
- ・昆虫の"死んだふり"の神経機構

The ultimate goal of our research is technological implementation of major principles of information processing in biological organisms. To unravel the biological design principles, computer aided analyses of neuronal structure and signal transmission based on modern information theories and engineering methods are employed.

The present research aims at probing cellular and network mechanisms of brain functions. Arthropod animals show varieties of adaptive behavior despite they have only a tiny brain "Microbrain" that comprises by far a smaller number of neurons than our "Megalobrain". We have investigated



Three dimensional reconstruction of the cricket brain and the primary olfactory processing center, antennal lobe.

major principles of information processing in the brain using insects and crustaceans. Our main research projects are to 1) elucidate neuronal mechanisms for adaptive behaviour in crickets 2) establish dynamical models to elucidate mobiligence of social adaptation 3) clarify mechanisms of neuronal plasticity in the central nervous system.

Research Interests

- ・ Neuronal mechanisms of adaptive behavior
- ・ Mobiligence in social adaptation
- ・ Neuronal representation of information and transmission capacity
- ・ Integration mechanism of mechanosensory and olfactory signals
- ・ Neuronal mechanism of thanatotic behavior



Students and an experimental setup for intracellular recording.

極限フォトンプロセス研究分野

Photon Process

光と物質 / 分子が強く結合した光化学反応場の創成

Creation of Photochemical Reaction Fields Strongly Coupled with Light and Materials/Molecules

フォトリソグラフィや金属ナノ構造などのナノ・マイクロ構造体は、光電場と強くカップリングすることにより光の群速度を制御できること、光を微小空間に束縛し、閉じ込める機能を有することなどの優れた特性を示す。本研究分野では、フェムト秒レーザー加工、或いは半導体微細加工技術を駆使して、ナノメートルオーダーで精密に制御されたフォトリソグラフィデバイスを開発し、光化学反応場や高感度生体分子計測技術を構築する研究に取り組んでいる。

- 1) 金属ナノ構造に、分子を整然と配列し、入射光の $\sim 10^6$ 倍にも及ぶ強い光電場増強を利用して、従来超短パルスレーザー照射によってはじめて観測される二光子吸収などの非線形光学現象を、微弱な光を用いて容易に実現することが可能な光化学反応場の構築を進めている。
- 2) 作製したフォトリソグラフィデバイスを増強反応場として用いた表面増強ラマン散乱分光法による高感度バイオセンサーの開発や、チップ上でDNAを分離・分取して目的の遺伝子を解析するマイクロチップの開発を行っている。

研究テーマ

- ・ 金属プラズモンやフォトリソグラフィによる新しい光化学反応場の創成
- ・ フェムト秒レーザーを用いた3次元ナノ加工技術の開発
- ・ ナノ光リソグラフィによる金属ナノパターン作製技術の開発
- ・ DNAシーケンス・分取用マイクロチップの開発

Nano/micro-structures such as metallic nanoparticles and dielectric photonic crystals can be used for controlling the light-matter coupling process, as well as propagation of light waves and their confinement within minute spatial domains. In this research area we study fabrication of photonic crystal and metallic nanoparticle structures using femtosecond laser microfabrication and semiconductor processing techniques with a particular aim of building high-sensitivity sensors for detecting photochemical reactions in biomolecular materials.

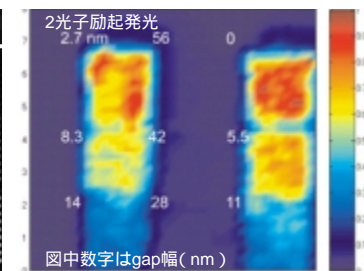
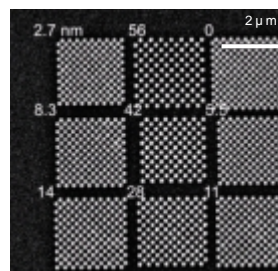
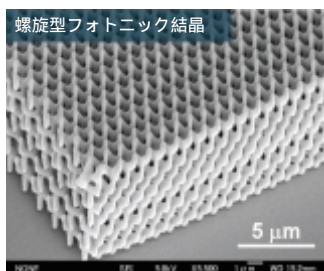
- 1) Metallic nanostructures, fabricated with nanometric accuracy exhibit a remarkable enhancement of electromagnetic field intensity, which may reach about 10^5 times that of the incident field, due to

strong localization at the metals' surface. These regions can be treated as nanoscale chambers in which photochemical reactions can be promoted locally via non-linear optical phenomena that can be induced even by using ordinary thermal radiation sources rather than lasers.

- 2) Building of photonic devices exhibiting the functionality of SERS active substrates will allow creation of high-sensitivity biosensors. Also, building of fluidic microchips for genetic analysis will enable performance of dynamic electrophoretic separation analysis of DNA molecules using a single chip.

Research Interests

- 1) Creation of new photochemical reaction fields based on plasmonic metal nano-structures and photonic crystals
- 2) Development of micro/nano fabrication techniques using femtosecond pulse
- 3) Development of fabrication technology of metal nanopatterns by nano-lithography
- 4) Building of electrophoretic chips for sequence and multi-target fractionation of DNA



計算論的生命科学研究分野

Computational Life Science

生命に数理を

Mathematics for Life Science

計算論的生命科学は新しい研究分野であり、電子科学研究所と理学研究科数学専攻との共同事業の一環として構築された。分子、細胞、システムにまでわたる生命現象の複雑さを数理的に解明するとともに、新しい生命システム論の構築を目的としている。生命システムはさまざまな時間空間スケールの変数の相互作用によって独特の秩序形成がなされる。発生、分化、細胞構築、器官形成、神経系の形成とその身体との相互作用などにその特徴は現れている。また、生物進化の機構の解明は脳神経系の高次機能の解明と同様に人類に課せられた重要な問題の一つである。これらの秩序形成においては単一の時空スケールへの変数の分離が不可能であり、内部において生成される情報がさまざまなスケールで空間に固定されるだけでなく、またさまざまなスケールで時間軸方向へ展開される。そのために、これらの系は構成要素への還元が不可能であり、複雑系と呼ばれている。例えば、発生の段階においては臨界期まではどこが目や頭になるかなどは決まっていない。要素としての目や頭などが出来上がった後にそれらが相互作用して体ができるわけではなく、個体はシステムとして働き、その中で目、頭などが構築されてくる。脳神経系の発達においても、システムとしての脳の発達とともに視覚野、聴覚野などが構築されてくる。本分野ではこのような複雑系としての生命システムの機構を解明することを目指し、新しい複雑システム論を構築する。

研究テーマ

- ・ 高次脳機能の数理的研究、非線形力学系とカオス、自己増殖・自己再生の数理モデル、進化の数理的研究

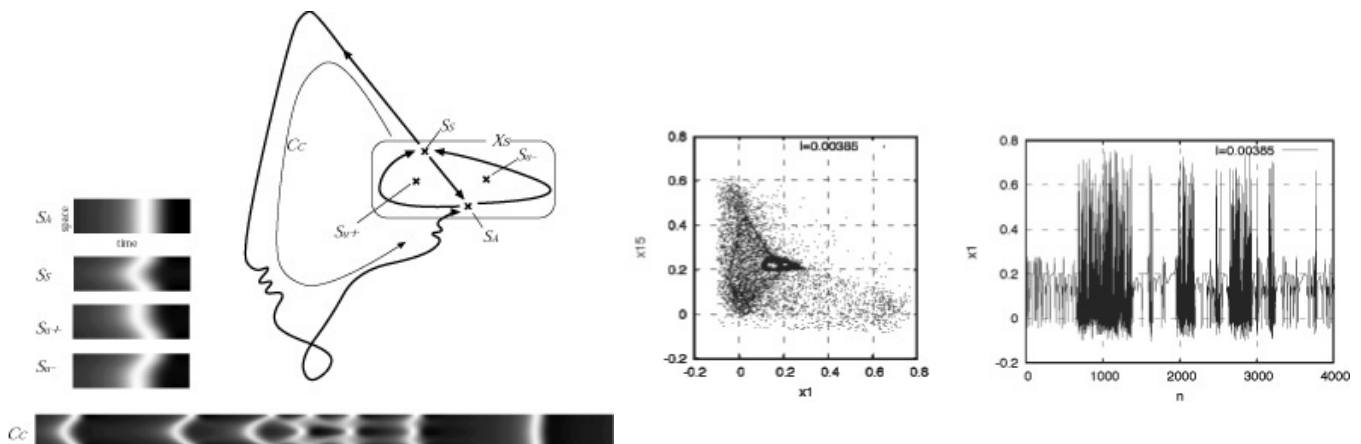
would like to construct a new system theory, that is, a complex systems theory, based on the intensive studies on various topics described below.

Research Interests

- ・ Mathematical modeling of higher functions of the brain, Nonlinear dynamical systems and chaos, Mathematical modeling of self-reproduction and self-reorganization, Mathematical studies for biological evolution

Computational life science is a new field of research, which has been promoted in cooperation with Department of Mathematics. The aim of this laboratory is to clarify the complexity embedded in various biological phenomena, which may emerge over multi-scales of space and time.

Biological systems express a specific complexity, which typically appears in cell differentiation and also in functional differentiation in the brain. In cell differentiation, for instance, it is not, in advance, determined that which part of embryo becomes eyes. All organs are organized in accord with the development of an individual as a whole system. A similar organization is observed in the functional differentiation of the brain. A whole brain acts as a system, in which all cortical areas such as a visual cortex are organized in accord with the development of a whole brain. In this laboratory, taking into account these characteristics, we



A fundamental structure of dynamic states for the transition between synchronized and desynchronized states.

並列分散処理研究分野

Parallel Distributed Processing

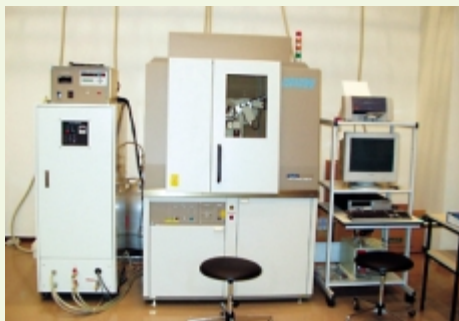
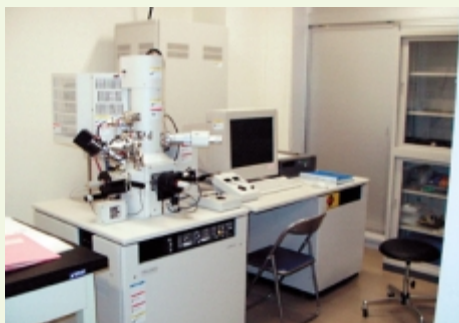
本分野は、応用電子研究所から電子科学研究所への改組転換時（平成4年）に新たに設置されたものであり、その運用に関しては、社会に開かれた体質を研究所にもたすことを目的として、民間企業、特殊法人、省庁、大学等の研究者・行政官・企業人を、教授、准教授に、それぞれ実質2年の任期で任用している。教授ポストには、研究業績が顕著な研究者や社会的評価の高い知識人を、准教授ポストには、将来性のある若手研究者を招聘して、研究所内の共同研究の活性化を図るとともに、客員研究分野が主催する研究会等の活動を通して情報収集、情報発信を積極的に行っている。

This laboratory was founded when the Research Institute of Applied Electricity was reorganized to the Research Institute for Electronic Science in 1992. Scientists, executive officers and entrepreneurs from government agencies, business enterprises and universities are appointed as a Professor or Associate Professor for 2 years. Distinguished scientists and outstanding intellectuals in public positions are invited as a Professor, whereas promising young scientists are invited as Associate Professors. This aims to encourage the introduction of new collaborations, publishing and information within the institute through seminars held by the laboratory.

オープンファシリティ Open Facility

オープンファシリティとは、電子科学研究所附属ナノテクノロジー研究センター、創成科学共同研究機構、触媒化学研究センターがそれぞれ保有する最先端計測・加工機器を、学内外の研究者が利用できる制度である。ナノテクノロジー研究センターでは、280m²のクラス1万と80m²のクラス100のクリーンルーム、並びに約30台の先端機器を提供しており、このサービスを通じて北海道大学内だけでなく全国の大学、国公設研究機関、民間企業のナノテクノロジー研究を含む先端的な研究開発の発展に貢献している。

Through “Open Facility”, the Nanotechnology Research Center of RIES, the Creative Research Initiative “Sousei” and the Catalysis Research Center support researchers not only within the university but also throughout Japan by making available state-of-the-art measuring and material processing instruments. The Nanotechnology Research Center contributes to the promotion of nanoscience and nanotechnology and provides nanoscale-resolved measuring and analysis, ultra fine material processing instruments, and Class-100 and Class-10,000 clean rooms.



ナノテクノロジー研究センター

Nanotechnology Research Center



ナノテクノロジーは半導体技術、材料技術、バイオテクノロジー、情報技術、環境技術などを支える基盤技術であり、次世代産業創成のキーテクノロジーである。本センターは、分野横断・領域融合的な研究組織により、分子・原子の自己組織化によるボトムアップ戦略と半導体テクノロジーにおけるトップダウン戦略を融合した新しいナノサイエンス領域を創成し、さらにわが国におけるナノテクノロジーネットワークの一翼を担うことを目的とした研究施設である。

Nanotechnology is a key technology of the new generation of innovation industry, and is the technical basis of semiconductor, electronic material, bio, information and environmental technology. Our center is an interdisciplinary research organization, which focuses on a "bottom-up" strategy based on "self-organization" of atoms and molecules as well as a "top-down" strategy based on semiconductor technology to create a totally new field of "nano-science and technology". This research center also aims to contribute and play an important part in the establishment of nanotechnology network in Japan.

ナノデバイス研究分野

Nanodevices

ボトムアップ方式による ナノデバイス創製

Nanodevices Creation by Molecular
Fabrication

自己組織化、メソスコピック、フラクタル、超分子といった概念を、デバイス創製の指導原理として、エレクトロニクス、フォトニクス、バイオニクス等のデバイス開発を行う。分子の自発的会合、会合体の自己組織化等の現象を利用して、デバイスとして有用な構造を人工的に構築する。例えば、フラクタルナノテクノロジーの開拓研究においては、表面や立体をフラクタル構造にすることにより、超撥水/超撥油表面、吸着剤や断熱材の開発を行う。また機能性ゲルの研究では、二分子膜の規則構造による回折を利用した環境応答性発色ゲル、二分子膜の配向後に重合して得られる、方向によって性質の異なる異方性ゲル等の創製を行う。更に、上記のフラクタル材料やゲルの特性を利用して、その応用展開を行う。また必要があれば、学内外他分野の研究者や企業との共同研究により、トップダウン方式の半導体ナノテクノロジーとの融合を目指す。

研究テーマ

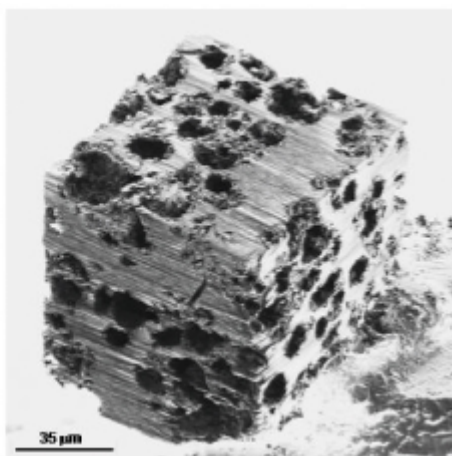
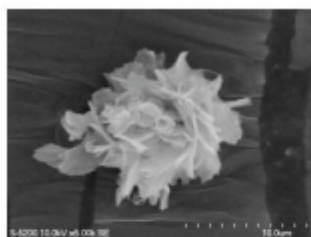
- ・フラクタル・ナノテクノロジーの開拓
- ・二分子膜固定化ゲルの応用展開
- ・異方性ゲルの創製と応用

The mission of this laboratory is to develop the electronics, photonics and bionics devices utilizing the concepts of self-organization, mesoscopy, fractal, supramolecules and so on. Molecular fabrications useful for the above devices will be made by the self-assembly and the self-organization of molecules. In the fractal nanotechnology, for example, super water- and/or oil-repellent surfaces, adsorbents, heat insulators etc will be developed by making the material surfaces or bodies fractal. Iridescent hydro-gels having a periodic structure of bilayer membranes change their colors in

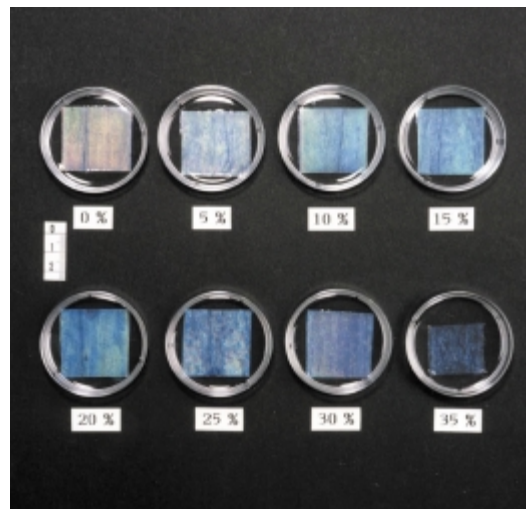
response to the environmental conditions. Anisotropic gels can be obtained when polymerized just after alignment of the bilayer membranes by the shear flow. The practical applications of the above fractal materials and gels are also important target of our research. We will make collaborations with the semiconductor-nanotechnology researchers of our and other universities, institutes as well as enterprises when necessary for the developments and applications of the devices.

Research Interests

- ・Development of Fractal Nanotechnology
- ・Application of Hydro-Gels Containing Immobilized-Bilayer-Membranes
- ・Creation and Application of Anisotropic Gels



A fractal body created by a novel template method (right) and the used template of fine particle having the fractal surface (left)



Iridescent gel containing immobilized-bilayer-membranes

ナノ理論研究分野

Nanosimulation

AFMとナノカーボンによる バイオナノ計測

Exploring Bionanotechnology Combined AFM with Nano-Carbon Materials

原子間力顕微鏡 (AFM) は、pNから nNオーダーの微小な力を高精度に計測することが可能である。この力領域は、生体分子の構造形成や機能発現に関わる力学をほぼカバーしているため、AFMは、バイオナノ計測に不可欠なツールとして期待されている。本研究分野では、AFMとカーボンナノチューブ (CNT) を駆使し、1分子から細胞までの階層的な構造と機能を“力学”の視点で統一的理解し、バイオナノ技術の創成およびバイオデバイス構築に関する基本技術確立することを目指している。具体的には、

1) 1分子レベルでのタンパク質や生体機能性高分子の機能解明を目指し、モデル生体膜のナノ力学応答の研究を行っている。更に、単一細胞レベルでの細胞膜のナノ計測・分子識別技術、細胞手術のための化学修飾CNT探針の開発も進めている。

2) カーボンナノチューブを凌駕する特性を有するナノカーボン材料 (グラフェン) の、低温成長およびその物性解明・応用創製を目指した研究も進めている。

研究テーマ

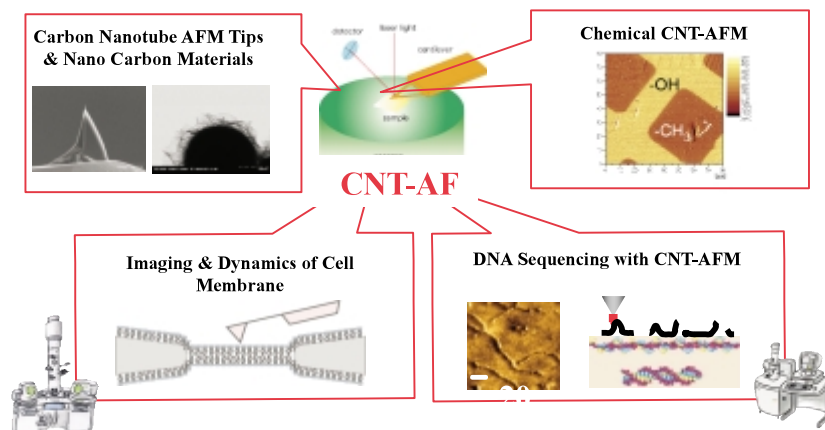
1. 生体分子および機能性高分子の分子認識力 (化学力) AFM計測
2. 細胞膜のAFMイメージングと動的挙動のナノスケール評価
3. ナノカーボンの低温創製と応用技術の開拓

Atomic force microscope (AFM) is a promising tool for imaging, measuring and manipulating materials in aqueous solutions in the force range of pN to nN, in which biological specimen stabilizes their structures as well as exerts their functions. We are conducting research to clarify the hierarchical structures and functions from single molecules to cells with a view to "Nanomechanics" and "Nanodynamics" using AFM and carbon nanotube (CNT) techniques, which is important for fabricating bio-devices on bottom-up technologies. In addition, we are trying to grow a new nano-carbon material of graphene at very low temperatures and to explore its new application in electronic and biological fields.

1) In order to develop a new single molecule technique for studying functions of proteins and biological molecules, we are investigating nanomechanical AFM technique for artificial cell membranes. Moreover, we are developing new techniques for measuring dynamics and identifying individual molecules of living cell surfaces or even cell surgery with AFMs and chemically modified CNT. 2) We are also developing new techniques to grow nanocarbon materials (graphene) at low temperatures, being friendly to biological materials, and trying to find new application of these materials in the field of electronics and biology.

Research Interests

- Chemical force AFM for molecular recognition of biomaterials (DNA) and molecules.
- AFM imaging and dynamics of cell membrane.
- Low temperature growth of nano-carbon and exploring its new application.



寄附研究部門 ニコンバイオイメージングセンター

Nikon Imaging Center

<http://nano.es.hokudai.ac.jp/nikon/>

バイオイメージング技術の 提供と改良・開発

**Providing, improvement and
development of Bio-imaging
technologies**

本研究分野は、バイオイメージング技術に関する更なる技術改良、或いは新技術開発およびその生物学研究への応用を推進し、本学と顕微観察技術関連企業との連携強化ならびに本学における教育研究の豊富化、活性化や国際的な交流を目的とします。

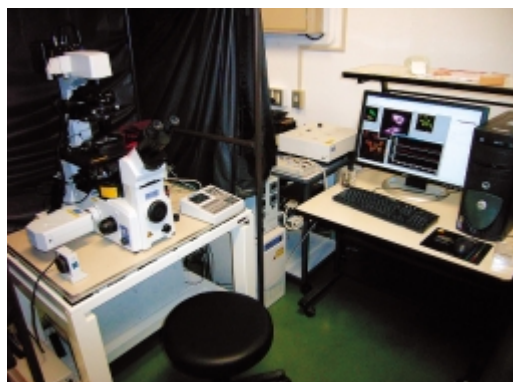
The Nikon Imaging Center at Hokkaido University (NIC@Hokudai) promotes the improvement and development of bio-imaging technologies and their application to the life sciences. The NIC@Hokudai also aims to facilitate cooperation between enterprises related to microscope technology, and to participate in both educational research and international exchange.

活 動

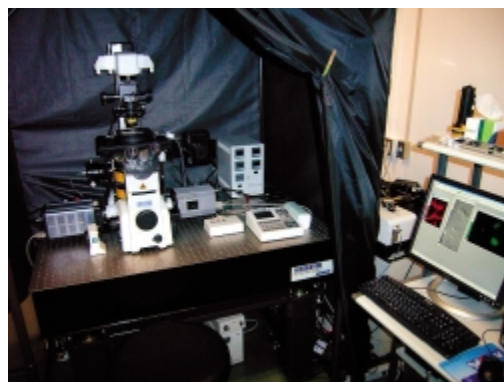
Activity

- 1) 最先端の顕微鏡とイメージング機器を設置し、基礎研究の環境を提供する。
- 2) 顕微鏡に馴染みのない研究者からハイエンドユーザーまでさまざまなレベルに合わせて顕微観察法のトレーニングコースを行う。
- 3) 顕微鏡ユーザーのアイデアを反映した新型顕微鏡技術の開発を行う。

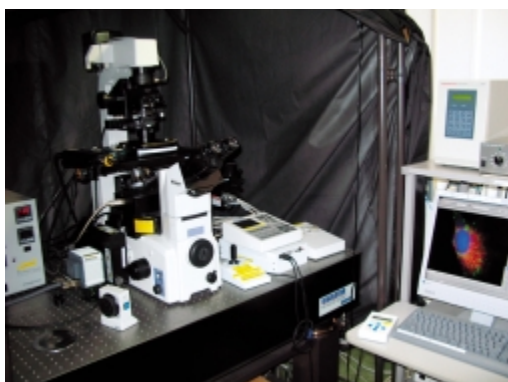
- 1) To provide an environment for basic research with state-of-the-art microscopy and imaging equipment
- 2) To provide training courses on basic and advanced microscopy
- 3) To develop new microscopy techniques incorporating specific user requirements



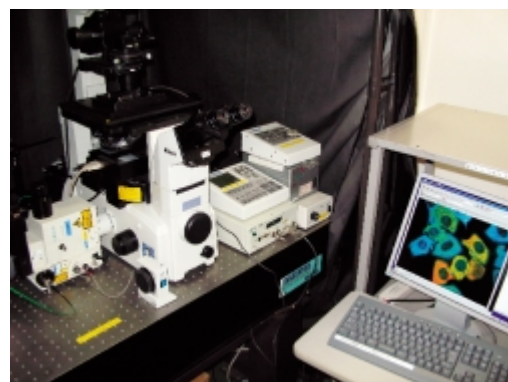
Station 1 Spectral Imaging Confocal Microscopy.



Station 2 TIR Evanescent Microscopy.



Station 3 Multi-Color Fluorescence Microscopy.



Station 4 Real-time Confocal Microscopy.

技 術 部

Division of Technical Staffs

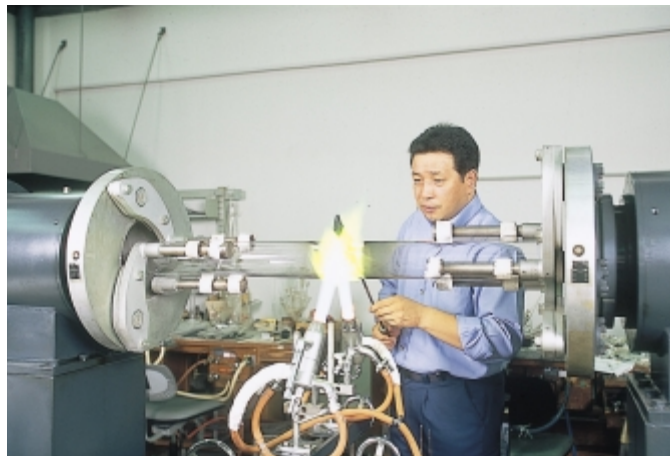
研究支援と装置製作

技術部は、システム開発技術班と装置開発技術班からなる。

システム開発技術班は、各自の高度な技術で直接研究を支援する技術者からなり、電子科学研究所の大型共通機器・設備の操作・管理を行っている。また技術向上のため、技術部に測定器・コンピューターとその周辺機器、電子回路試作ならびに電子機器の修理・点検などが可能な環境の整備を進めている。さらに当研究所の広報に関する仕事をしており、電子科学研究所ホームページの管理運営・大型プリンターやビデオカメラ等の管理を行っている。

装置開発技術班には、機械および硝子の工作室がある。機械工作室の特色は、ステンレスの精密切削とアルゴン溶接を駆使しての精密測定用の光学機器の製作及び立フライス盤・大型旋盤等を利用しての大物精密加工技術である。また、最近では、非金属の精密加工技術の依頼も多数になり製作対応している。硝子工作室の特色は、光学レンズ・プリズム等の加工と研磨・ステンレス製計測装置へのコパルを介しての硝子の溶着の技術・その他大型デューワー瓶・各種石英セルの製作を行っている。

The Division of Technical Staffs consists of a group of technical assistants in research laboratories and a group of technicians in the machine and glass shop. The machine shop is equipped with an argon welder and several precision machine tools, while the glass shop has a glass lathe and a large-size electric furnace.



広報活動

Public Relations

国際シンポジウム

The 8th RIES-Hokudai International Symposium on “微 [bi]” (Dec.11-12,2006)



一般公開

Open Laboratory (Jun.9,2007)



大学院共通授業

「ナノテクノロジー・ナノサイエンス概論」

Graduate Class of Introduction to
Nanotechnology and Nanoscience (Jul.25-27,2007)



英国ニューカッスル大学ナノスケール科学
技術研究所との部局間学術交流協定調印式

The Signing Ceremony of the Memorandum of
Understanding with the Institute of Nanoscale
Science and Technology at the University of
Newcastle Upon Tyne (Oct.3,2005)



ナノテクノロジー研究センターを含む北キャンパス



創成科学共同研究機構

触媒化学研究センター

ナノテクノロジー研究センター

The map illustrates the layout of Hokkaido University, with a red circle highlighting the Nanotechnology Research Center. The campus is divided into several main areas, including the Faculty of Science, Faculty of Engineering, Faculty of Medicine, and various research centers. The map also shows the surrounding urban area with streets and public transport lines.

RESEARCH INSTITUTE FOR ELECTRONIC SCIENCE

Hokkaido University, Sapporo, Japan

北海道大学電子科学研究所

〒060-0812 札幌市北区北12条西6丁目 TEL 011 716-2111(代表) FAX 011 706-4977

<http://www.es.hokudai.ac.jp/>